



Le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO)



**Curriculum d'apprentissage participatif et
recherche action (APRA)
pour la
gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR)
en Afrique subsaharienne**



Manuel technique

Marco C.S. Wopereis, Toon Defoer, Philip Idinoba, Salif Diack et Marie-Jo Dugué

Le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO)



Le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO) est l'un des 15 centres internationaux de recherche agricole soutenus par le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI). L'ADRAO est aussi une association de recherche inter-gouvernementale autonome composée d'États africains.

La mission de l'ADRAO est de « contribuer à l'allègement de la pauvreté et à la sécurité alimentaire en Afrique à travers des activités de recherche-développement et des partenariats visant à augmenter la productivité et la rentabilité du secteur rizicole par des voies assurant la durabilité de l'environnement de production ».

Le *modus operandi* de l'ADRAO est le partenariat à tous les niveaux. La recherche et les activités de développement de l'ADRAO sont conduites en collaboration avec de nombreux acteurs, en particulier les systèmes nationaux de recherche agricole (SNRA), les institutions académiques, les institutions de recherche avancée, les organisations paysannes, les organisations non-gouvernementales et les bailleurs de fonds pour le bénéfice des agriculteurs africains – dont la plupart sont de petits producteurs – ainsi que pour les millions de familles africaines pour qui le riz représente l'aliment de base.

Le « Nouveau riz pour l'Afrique » (NERICA), qui apporte un espoir aux millions de pauvres en Afrique, a été développé par l'ADRAO et ses partenaires. Le succès du NERICA a aidé à définir les futures orientations du Centre, élargissant son horizon au-delà de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, vers l'Afrique orientale et australe. La création du NERICA est en accord avec l'esprit du Sommet mondial sur le développement durable, de la Conférence internationale de Tokyo sur le développement de l'Afrique (TICAD), des Objectifs du millénaire pour le développement (OMD) et du Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD) pour un développement durable.

L'ADRAO abrite trois réseaux et un consortium : l'Initiative africaine pour le riz (ARI), le Consortium bas-fond (CBF), le Réseau international pour l'évaluation génétique du riz (INGER-Afrique) et le Réseau ouest et centre africain du riz (ROCARIZ). Tous sont chargés d'assurer la dissémination, l'adoption et la diffusion rapide de nouvelles variétés de riz dans les différentes écologies de l'Afrique.

L'ADRAO a son siège en Côte d'Ivoire et possède quatre stations de recherche régionales. L'une couvre le Sahel et est située près de Saint-Louis au Sénégal, la seconde à l'Institut international pour l'agriculture tropicale (IITA) à Ibadan au Nigeria, la troisième à Dar es Salam en Tanzanie et la quatrième au Bénin où le Centre a délocalisé son siège.

Pour de plus amples informations, visiter www.warda.org

ISBN 92 9113 273 X (Print)

ISBN 92 9113 274 8 (PDF)



Le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO)



**Curriculum d'apprentissage participatif et
recherche action (APRA)**

pour la

**gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR)
en Afrique subsaharienne**

Manuel technique

**Marco C.S. Wopereis
Toon Defoer
Philip Idinoba
Salif Diack
Marie-Jo Dugué**

2008

© Copyright 2008

Le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO)

L'ADRAO exhorte les lecteurs à faire bon usage de cet ouvrage. Une citation correcte est requise.

Wopereis M.C.S., Defoer T., Idinoba P., Diack S. et Dugué M-J., 2008. *Curriculum d'apprentissage participatif et recherche action (APRA) pour la gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR) en Afrique subsaharienne : Manuel technique*. Cotonou, Bénin: le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO), vi + 128 pp.

This publication is also available in English with the title: Curriculum for Participatory Learning and Action Research (PLAR) for Integrated Rice Management (IRM) in Inland Valleys of Sub-Saharan Africa: Technical Manual

ISBN 92 9113 273 X (Print)

ISBN 92 9113 274 8 (PDF)

Le Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO)

01 B.P. 2031

Cotonou

Benin

Tél : (229) 21350188

Fax : (229) 21350556

Courriel : warda@cgiar.org

Site web : <http://www.warda.org/>

Impression et reliure : Pragati Offset Pvt. Ltd., Hyderabad, Inde

Sommaire

Avant-propos	iv
Pourquoi ce manuel ?	v
Contributions	vi
Remerciements	vii
Référence 1 - Le choix des sites d'APRA-GIR	1
Référence 2 - Le réseau hydrographique, le bassin versant et le bas-fond	3
Référence 3 - Les différents types de sol	8
Référence 4 - La toxicité ferreuse	13
Référence 5 - L'aménagement de bas-fond et la gestion de l'eau	15
Référence 6 - Le plan d'opérations	22
Référence 7 - La gestion de l'eau au niveau de la parcelle	24
Référence 8 - Connaissance de la plante de riz	27
Référence 9 - La production de semence	36
Référence 10 - Le choix variétal	39
Référence 11 - Les effets de la température sur le développement du riz	42
Référence 12 - La préparation du champ avant le démarrage de la campagne rizicole	46
Référence 13 - La pépinière	48
Référence 14 - Les éléments nutritifs	52
Référence 15 - La gestion intégrée de la fertilité du sol	56
Référence 16 - Le repiquage	68
Référence 17 - L'expérimentation paysanne	71
Référence 18 - Connaissance des mauvaises herbes	78
Référence 19 - La gestion intégrée des mauvaises herbes	81
Référence 20 - L'utilisation modérée des herbicides	84
Référence 21 - Les insectes de la culture de riz	92
Référence 22 - La cécidomyie du riz	104
Référence 23 - Les foreurs de tiges	109
Référence 24 - Les principales maladies du riz	116
Référence 25 - La gestion intégrée des maladies du riz	119
Référence 26 - La récolte et post-récolte	121
Référence 27 - Le bilan d'exploitation	125

Avant-propos

Les bas-fonds de l'Afrique subsaharienne constituent un enjeu majeur pour la sécurité alimentaire de la région et sont particulièrement adaptés à la riziculture. Pourtant ces ressources importantes (0,85 million km²) n'ont pas bénéficié d'un développement rapide à cause de leur extrême diversité et d'une maîtrise de l'eau difficiles à mettre en place.

Toutefois l'intensification durable de la mise en valeur des bas-fonds semble la voie la plus indiquée pour combler le déficit important et croissant entre la production et la consommation du riz sur le continent, et pour stabiliser l'utilisation des terres fragiles du plateau.

L'idée de la réalisation de ce manuel, et le manuel du facilitateur qui lui est jumelé, est née du constat suivant : d'une part, de la complexité des bas-fonds en Afrique de l'Ouest, et d'autre part du manque de communication entre paysans, organisations de vulgarisation et recherche. Ce manuel est le fruit de plusieurs années de travail de terrain coordonné par l'ADRAO en étroite collaboration avec l'ANADER (Agence nationale d'appui au développement rural) de la Côte d'Ivoire, l'IFDC et les services de recherche et développement agricoles, incluant des ONG en Côte d'Ivoire, au Bénin, en Gambie, au Ghana, en Guinée, au Mali, au Nigeria et au Togo.

Ce manuel technique est destiné aux agents de recherche et vulgarisation pour les aider à animer des débats concernant la culture du riz dans les bas-fonds. Ce manuel aborde tous les aspects de la culture en zone de bas-fonds, de la préparation de la campagne jusqu'au bilan financier après la récolte. Dans cette première édition, l'accent est mis sur la gestion intégrée du riz. Nous espérons que les futures éditions vous offriront un curriculum plus complet sur la gestion intégrée des ressources naturelles des bas-fonds. Quelques références sont déjà consacrées à ce sujet. Nous vous encourageons à adapter ces références à vos conditions de travail et à en ajouter d'autres si nécessaire.

Nous remercions le personnel de l'ADRAO, et de l'IFDC et les services de recherche et développement agricoles en Côte d'Ivoire, au Bénin, en Gambie, au Ghana, en Guinée, au Mali, au Nigeria et au Togo, qui ont contribué à cet important ouvrage.



Dr. Papa Seck
Directeur général
Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO)
Cotonou, Bénin

Janvier 2008

Pourquoi ce manuel ?

Les zones de bas-fonds en Afrique subsaharienne constituent un capital très important de développement et d'intensification de la production agricole. Leur surface est estimée à 85 millions d'hectares, soit 7 % de la superficie totale des terres cultivables, dont seulement 10 à 15 % est utilisé. La majeure partie des bas-fonds est concentrée dans la zone intertropicale où la pluviométrie est supérieure à 700 mm. L'objectif de ce manuel du facilitateur, et du manuel technique qui lui est jumelé, est de contribuer à l'utilisation plus importante de cette ressource immense, de façon à relever de façon durable le défi de la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne.

Si le terme de bas-fonds désigne toujours des zones dépressionnaires, toutes les dépressions ne sont pas des bas-fonds. Ce terme exclut en particulier les dépressions côtières, les deltas fluvio-marins, les lagunes et les mangroves. Cependant il exclut aussi à l'intérieur des terres, les grandes plaines des vallées alluviales, les deltas intérieurs, les lacs, les grands marais tourbeux, et les zones à riz flottant.

Les bas-fonds se caractérisent par leur position en amont du réseau de drainage. Le bassin versant d'un bas-fond capture l'ensemble des processus du fonctionnement hydrologique d'un réseau de bas-fonds, depuis la ligne de la crête (le plateau) en passant par la zone hydromorphe (avec une nappe phréatique peu profonde) jusqu'au bas-fond proprement dit.

Ce manuel met l'accent sur la gestion intégrée de la riziculture de bas-fond, dans la zone basse des bassins versants. C'est dans ce milieu privilégié que les eaux de ruissellement en saison des pluies s'accumulent et où la recharge de la nappe est importante. Ces conditions humides, comparativement à celles du versant, conduisent à une utilisation prioritaire du bas-fond pour l'alimentation en eau, pour le maintien de pâturages durable et pour le riz, culture à fort potentiel, qui valorise bien la ressource en eau et est peu sensible à l'engorgement des sols. L'existence de nappes souterraines à faible profondeur dans certains bas-fonds permet également le développement de l'arboriculture et de la culture maraîchère de contre-saison.

Les bas-fonds d'Afrique subsaharienne sont extrêmement complexes et divers. Du fait de cette complexité, il est impossible de donner des recommandations fixes aux paysans en ce qui concerne la gestion de ces ressources. Le manuel du facilitateur vise à stimuler les débats dans la communauté paysanne avec d'autres intervenants, comme la vulgarisation et la recherche. Nous espérons que ce manuel aidera à établir des ponts entre les connaissances indigènes et les connaissances venant de l'extérieur. Ce manuel technique offre un panier d'options aux paysans. La combinaison de ces deux manuels est une tentative de mettre en pratique la gestion intégrée des ressources naturelles au niveau des bas-fonds en Afrique subsaharienne. Ce manuel technique contient des *références* sur des options techniques pour les exploitants des bas-fonds en Afrique subsaharienne. Le manuel a été développé en travaillant avec des paysans cultivant du riz de bas-fond en Côte d'Ivoire avec une bonne maîtrise de l'eau (bas-fond aménagé) et une faible maîtrise de l'eau (bas-fond non-aménagé).

La gestion durable d'un bas-fond dépend d'un grand nombre de facteurs. Elle nécessite une perception générale du bassin versant et du système de drainage. Une intervention au niveau du plateau (par exemple la coupe des arbres) aura une influence sur les exploitants du bas-fond et sur les utilisateurs d'eau plus en aval. C'est pourquoi ce manuel est conçu comme un point de départ. Nous espérons que les utilisateurs adapteront ces manuels à leurs conditions sociales et biophysiques. Il est fortement probable que dans le futur, nous y ajouterons ensemble des modules et des références sur les aspects qui ne sont pas abordés ici, comme les options de diversification, la pisciculture, l'arboriculture, la biodiversité, etc.

Liste des contributeurs

- Alain Audebert, ADRAO et CIRAD
- Amadou Moustapha Bèye, ADRAO (Actuellement en poste au Réseau africain des semences, Abidjan, Côte d’Ivoire)
- Tim Chancellor, Natural Resources Institute, UK
- Sitapha Diatta, ADRAO
- Moustapha Gaye, ADRAO
- Howard Gridley, ADRAO
- David Johnson, Natural Resources Institute, UK (Actuellement en poste à l’Institut international de recherche sur le riz (IRRI), Les Philippines)
- Traoré Abdoul Kassoum, ADRAO
- Rebecca Kent, ADRAO
- Kouamé Miézan, ADRAO
- Francis Nwilene, ADRAO
- Yacouba Séré, ADRAO

Remerciements

La publication de ce travail a été réalisée grâce aux supports suivants :

- Le projet *Rice Technology Dissemination in West Africa within the Context of MAFF Special Food Security Project* financé par le Ministère de l'agriculture, de la forêt et de la pêche du Japon (MAFF) et le Programme alimentaire mondial (PAM) et exécuté par l'ADRAO ;
- Le projet *Participatory Adaptation and Diffusion of Technologies for Rice-Based Systems (PADS) in West Africa*, financé par le Fond international pour le développement agricole (FIDA) et exécuté par l'ADRAO ;
- Le Consortium bas-fonds (CBF), financé par le Directeurat général de la coopération internationale (DGIS), la Coopération française (CF), et l'Union européenne (UE) ;
- Le projet *Development and dissemination of sustainable integrated soil fertility management practices for smallholder farms in sub-Saharan Africa*, financé par le Fond international pour le développement agricole (FIDA) et exécuté par l'IFDC ;
- Plusieurs projets du programme de protection des cultures (*Crop Protection Programme, CPP*) du département pour le développement international du Royaume-Uni (*United Kingdom Department for International Development: DFID*) exécuté par l'ADRAO : R7022, R7345, R5619, R6738, R7552, R6763 et R7570.

Les auteurs

Marco Wopereis, Toon Defoer, Philip Idinoba, Salif Diack et Marie-Jo Dugué

Les opinions exprimées dans ce manuel sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position officielle des institutions affiliées.

Référence 1 Le choix des sites d'APRA-GIR

Résumé

Dans cette référence, des consignes sont données pour faciliter le choix des sites d'intervention pour la conduite d'un apprentissage participatif et recherche-action (APRA) pour la gestion intégrée de la culture de riz (GIR) dans les bas-fonds en Afrique subsaharienne. Ce choix est important car il déterminera en grande partie la probabilité de succès et la facilité de diffusion des résultats obtenus.

Chaque bas-fond est une entité complexe où de nombreux facteurs biophysiques, agronomiques, humains, socio-organisationnels et économiques sont en interaction et ont une influence sur la gestion des cultures et le niveau d'intensification et de diversification. Il s'agit entre autres :

- de la taille du bassin versant et sa couverture végétale ;
- des caractéristiques individuelles des exploitants qui déterminent l'intérêt, la motivation et la capacité d'agir ;
- de l'organisation sociale (la structure des relations entre les paysans et des organisations paysannes) ;
- de l'organisation et de la pression foncière (densité de la population) ;
- des systèmes de production ;
- des caractéristiques agronomiques du bas-fond (maîtrise de l'eau, type/qualité de sol, etc.) ;
- des opportunités de commercialisation et d'accessibilité au marché.

Le choix des sites d'intervention est très important, parce qu'il influence la probabilité de succès et la facilité de diffusion des résultats. Il est important de noter ici que le site choisi deviendra en principe un centre APRA-GIR pour la zone donnée et aura donc une fonction dans l'extension des activités à travers des paysans-formateurs du centre APRA-GIR (Section 4.2 du *Manuel du facilitateur*).

Les principaux éléments à considérer sont :

- *démarquage de la zone ciblée* – bien déterminer la dimension de la zone ciblée, à l'intérieur de laquelle un certain nombre de sites d'intervention peuvent être choisis. Le nombre de sites à choisir dépendra de la diversité de la zone et de la capacité humaine des organisations d'encadrement. Il est conseillé de limiter le nombre de sites au début pour ainsi acquérir de l'expérience dans la mise en place de l'approche ;
- *zonage ou typologie des bas-fonds dans la zone ciblée* – les critères les plus importants sont : la maîtrise de l'eau, l'organisation sociale, l'organisation foncière, le système de production (riz, riz-légumes, etc.) et la taille du bassin versant, sa morphologie et ses potentialités agronomiques, l'accessibilité au marché ;
- *représentativité* – un site doit être représentatif d'une grande partie des bas-fonds dans la zone ciblée (en se basant sur la typologie). Le site doit aussi être à proximité d'autres bas-fonds qui sont de même typologie ou d'une typologie semblable pour ainsi faciliter l'extension des activités APRA-

Référence 1

Le choix des sites d'APRA-GIR

GIR dans des sites voisins après quelques années d'intervention ;

- *accessibilité* – un site doit être facilement accessible, pour faciliter les interventions de l'équipe APRA-GIR en toute saison et pour permettre l'extension des activités vers d'autres paysans venant d'autres sites/villages ;
- *distance à parcourir pour arriver au site* – il est important de sélectionner des sites assez proches ; les travaux nécessitent un minimum d'une visite par bas-fond par semaine ou au moins toutes les deux semaines ;
- *connaissance du milieu au préalable* – de préférence choisir des sites dont on connaît bien la communauté paysanne et le milieu ;
- *gestion de l'eau* – la maîtrise de la gestion de l'eau est un facteur déterminant pour les potentialités d'un bas-fond. S'il existe une variabilité importante dans la région ciblée concernant la gestion de l'eau, idéalement les bas-fonds sélectionnés devront couvrir cette gamme, en incluant des bas-fonds avec faible maîtrise de l'eau et des bas-fonds avec bonne maîtrise de l'eau ;
- *niveau d'intensification et de diversification* – cet aspect est fortement lié à la gestion de l'eau ; avec une bonne gestion de l'eau, le niveau d'intensification et de diversification augmente en général. L'accessibilité au marché ainsi que l'intérêt, la motivation et la capacité des exploitants influenceront également le niveau d'intensification et de diversification. Les options techniques différeront selon le niveau d'intensification et de diversification ;
- *la cohésion sociale* – l'APRA-GIR demande une forte implication des paysans qui doivent participer à toutes les animations APRA-GIR (hebdomadaires ou deux fois dans le mois). Étant donné que l'APRA exploite beaucoup l'apprentissage collectif et demande même des actions communautaires comme l'entretien d'un bas-fond et des canaux d'irrigation, il est nécessaire de s'assurer qu'il existe une bonne cohésion sociale et qu'aucun conflit majeur n'existe entre les paysans. Pour cette raison, il est préférable de limiter la sélection des sites d'intervention aux bas-fonds qui appartiennent à un seul village ;
- *organisation paysanne* – une bonne organisation paysanne facilitera la diffusion de l'APRA- GIR vers d'autres paysans qui ne font pas partie de l'APRA. L'extension d'APRA-GIR vers d'autres sites se fera de préférence par une vulgarisation autonome d'un paysan à l'autre, et peut être facilitée à travers des réseaux et plates-formes existants.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Chambers R., 1992. Rural appraisal: rapid, relaxed and participatory. IDS discussion paper No. 331. Sussex, UK. Institute for development studies (IDS), University of Sussex.
- Gueye B., Schoonmaker-Freudenberger K., 1991. Introduction à la méthode accélérée de recherche participative (MARP). Dakar, Sénégal. Centre de recherche pour le développement international.
- Theis J., Grady H.M., 1991. Participatory Rapid Appraisal for community development: A training manual based on experiences in the Middle-East and North Africa. London, UK. International Institute for Environment and Development (IIED).

Référence 2 Le réseau hydrographique, le bassin versant et le bas-fond

Résumé

Cette référence présente les principes du réseau hydrographique, du bassin versant et du bas-fond et comment ces unités sont liées l'une à l'autre. Cette information est importante parce qu'elle permettra de mieux gérer l'eau et de mieux planifier la mise en valeur d'un bas-fond.

Pour bien situer cette référence, il est utile de citer un article écrit par Jamin (1995) :

« Si le terme de *bas-fonds* désigne toujours des zones dépressionnaires, toutes les dépressions ne sont pas des *bas-fonds*. Ce terme exclut en particulier les dépressions côtières, comme les plaines littorales, les deltas fluvio-marins, les lagunes et les mangroves. Mais il exclut aussi, à l'intérieur des terres, les grandes plaines des vallées alluviales, les deltas intérieurs, les lacs, les grands marais tourbeux, les zones à riz flottant, les plaines d'épandage endoréiques et les *thalwegs* à forte pente.

Les *bas-fonds* se caractérisent surtout par leur position en amont du réseau de drainage. Les bordures du *bas-fond* sont appelées *franges*. Ce terme désigne seulement une position topographique au raccordement *bas-fond* versant, sauf si l'on précise qu'il s'agit des *franges* hydromorphes ou phréatiques, auquel cas le terme est plus précis et correspond à la zone dans laquelle, sans qu'il y ait submersion, la croissance des cultures est sécurisée ou perturbée (selon les cultures) par une nappe affleurante ou peu profonde.

Le terme de *bassin versant* a l'avantage de désigner de façon très synthétique l'ensemble du paysage qui concourt au fonctionnement hydrologique d'un réseau de *bas-fonds*, depuis la ligne de crête jusqu'au *thalweg* (la ligne de fond du *bas-fond*), en incluant les versants. C'est au sein de ce bassin versant que peuvent être discutées les notions de ruissellement, d'infiltration, de nappes et d'écoulements de base. C'est souvent l'unité à laquelle se réfèrent les chercheurs travaillant sur le milieu physique, même quand leur centre d'intérêt principal est le *bas-fond*. »

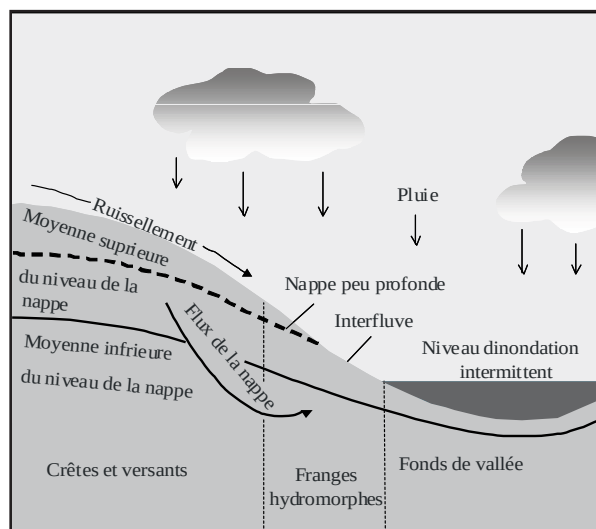


Figure 2.1. Le mouvement de l'eau de la crête vers le fond d'une vallée

Référence 2

Le réseau hydrographique, le bassin versant et le bas-fond

Pour comprendre le fonctionnement d'un bas-fond il ne faut pas oublier que celui-ci fait partie d'un bassin versant et qu'il fait partie d'un réseau hydrographique. Cette connaissance est importante pour plusieurs raisons :

- *la position d'un bassin versant dans le réseau hydrographique déterminera son futur développement et ce qui assurera une bonne gestion intégrée du bassin versant ;*
- *le bas-fond est seulement une partie (bien que très importante) du bassin versant ;*
- *une bonne connaissance du fonctionnement hydrologique et du réseau de drainage dans un bassin versant facilitera la gestion du bas-fond ;*
- *la gestion des différentes unités d'un bassin versant a des implications directes sur l'utilisation durable du bas-fond.*

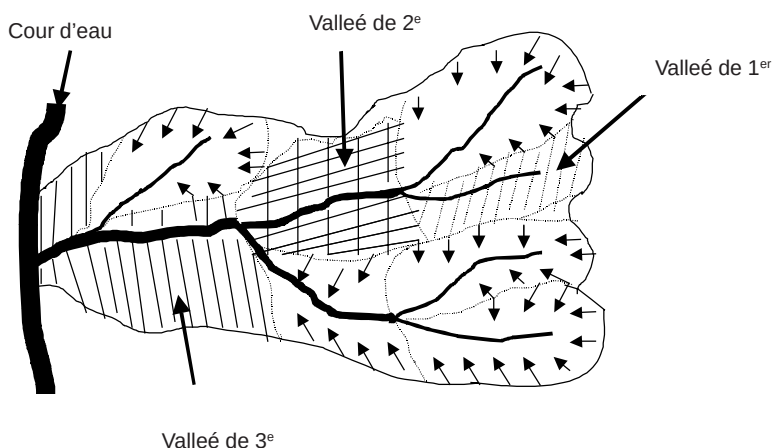
Il est important de bien définir les concepts suivants : réseau hydrographique, bassin versant et bas-fond.

Le réseau hydrographique

C'est un terme général utilisé pour décrire l'ensemble de la surface occupée par plusieurs bassins versants qui sont liés par un réseau de drainage. Ce réseau de drainage consiste en plusieurs petits ruisseaux (pérennes ou saisonniers) qui coulent dans un fleuve en aval.

Un réseau hydrographique typique a beaucoup de bassins versants et de dépressions de tailles diverses qui peuvent être regroupés dans des ordres différents. Les ordres varient en général de 1 à 4, avec les bassins versants de premier ordre en amont et les bassins versants de quatrième ordre en aval.

Figure 2.2. Les vallées de premier, deuxième et troisième ordre



Un bassin versant de premier ordre est au début du réseau. Aucune vallée ne draine dans ce bassin versant. Il se trouve en général en amont dans le réseau hydrographique, mais il peut être aussi situé plus en aval, s'il déverse ses eaux dans une vallée d'un ordre plus élevé. Ce type de vallée est en

Référence 2

Le réseau hydrographique, le bassin versant et le bas-fond

général assez étroit avec des franges concaves, et un thalweg (la ligne de fond d'un bas-fond) qui n'est pas bien défini. Les sols au niveau du bas-fond sont souvent limoneux-sableux.

Une vallée de deuxième ordre reçoit de l'eau d'au moins un bas-fond de premier ordre. Elle est en général plus en aval que les vallées de premier ordre et le bas-fond est généralement un peu plus large. Un ruisseau saisonnier peut être visible au milieu du bas-fond. La pente (ou versant : distance entre la crête et le bas-fond) est plus longue et plus marquée que pour les vallées de premier ordre.

Une vallée de troisième ordre reçoit de l'eau des vallées de premier et deuxième ordre. Elle est plus en aval et le bas-fond est plus large, et la longueur de la pente est plus importante. Les sols du bas-fond sont plus profonds et plus argileux. Il peut y avoir aussi des vallées de quatrième, cinquième ordre, ça dépend du degré d'embranchement de la rivière.

Le bassin versant

Le bassin versant couvre l'espace entre les crêtes et le bas-fond et inclut tout le paysage qui est drainé par une petite vallée dans un bas-fond. Les canaux de drainage sont orientés transversalement sur les pentes et longitudinalement le long de la vallée ou du ruisseau. Le bassin versant est l'élément le plus petit d'un réseau hydrographique.

Le bassin versant contient plusieurs éléments qui sont définis par son hydrologie et son écologie dans un continuum de la crête au bas-fond, en passant par la pente. Les éléments les plus importants dans la toposéquence d'une petite vallée sont le plateau, la frange hydromorphe et le bas-fond.

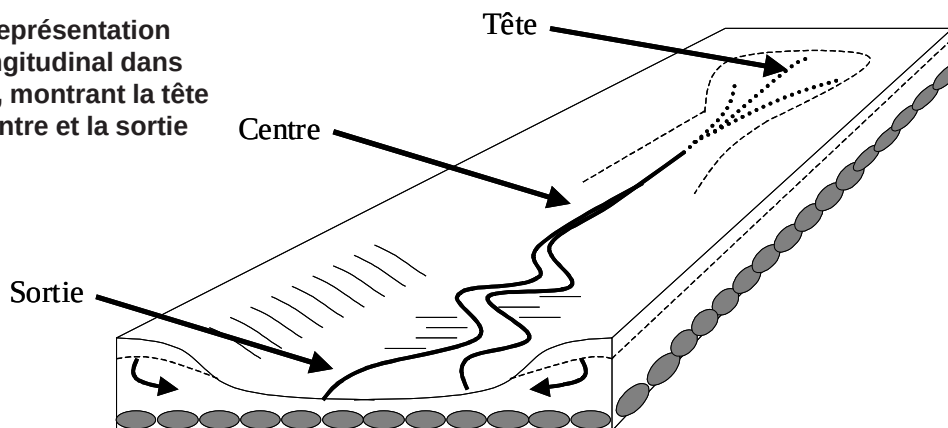
- a. **Le plateau** (zone pluviale stricte). Le plateau inclut la crête et les parties les plus hautes de la pente vers le bas-fond. Il est caractérisé par des risques de manque d'eau. La pluie est la seule source d'eau pour les cultures du plateau car la nappe est hors de la portée des racines. Les sols sont relativement grossiers et mouillés uniquement pendant la saison des pluies. Sur la surface, des cailloux, gravillons, concrétions ferrugineuses ou blocs de roche peuvent gêner les pratiques culturales, en particulier le labour du sol. Souvent des traces d'érosion hydrique, en particulier des dépôts de sables en bas de pente ou des ravines et des rigoles le long de la pente, peuvent être observées, occasionnées par les eaux de ruissellement.
- b. **La frange hydromorphe** (zone phréatique). La frange inclut principalement la partie basse de la pente vers le bas-fond. La pluie et les remontées capillaires de l'eau de la nappe sont les principales sources d'eau pour les cultures de la frange. La nappe est alimentée par le ruissellement des eaux du sous-sol de la crête vers le bas-fond, et par l'infiltration des eaux qui coulent en surface. La frange hydromorphe est souvent utilisée pour la production des légumes.
- c. **Le bas-fond** (zone fluxiale). Cette zone est caractérisée par la saturation en eau et souvent par l'inondation. L'eau vient de la pluie, des ruissellements du plateau et de la frange, du drainage des bas-fonds d'un ordre inférieur, et des flux (circulation d'eau) dans le sous-sol. La durée de l'inondation dépend de plusieurs facteurs, entre autres la fréquence et l'intensité de la pluie, la forme du bas-fond, les types de sol dans le bassin versant, le type et la densité de la végétation sur le plateau et les franges hydromorphes. En cas d'inondation, on peut souvent observer une couleur pétrole à la

Référence 2

Le réseau hydrographique, le bassin versant et le bas-fond

surface de l'eau et de la rouille au fond, correspondant aux hydroxydes de fer. Ceci indique que le sol est riche en fer et peut être toxique pour le riz (Référence 4). Cependant ces hydroxydes de fer dans cet état ne sont pas toxiques car le fer est bloqué par l'oxygène. Il y a un problème de toxicité ferreuse pour le riz lorsque le fer est dissous dans l'eau et s'y trouve à une concentration élevée (Référence 4). La présence de sable et d'éléments grossiers en bordure du bas-fond est généralement liée à leur transport depuis le plateau par l'érosion hydrique.

Figure 2.3. Une représentation d'un transect longitudinal dans une petite vallée, montrant la tête (en amont), le centre et la sortie (en aval)



Types de bas-fonds et de fonds de vallées

Andriesse (1986) distingue trois types de bas-fonds :

- des vallées étroites avec des versants raides et droits à convexes, se trouvant dans des roches relativement dures (telles que le granite et le quartz) ;
- des vallées intermédiaires avec des versants modérément raides et concaves, dans des roches modérément dures (comme le schiste) ;
- des vallées larges avec des pentes douces et concaves, dans des formations relativement tendres comme les roches sédimentaires.

Quant aux caractéristiques hydrologiques, deux types principaux peuvent être distingués (Andriesse, 1986) :

- des vallées à écoulement fluvial dans les parties supérieures des aires d'alimentation du cours d'eau (bassin hydrographiques) (vallées d'ordre faible). À part la pluie, les principales sources d'eau sont le ruissellement et l'infiltration des plateaux adjacents. Ces vallées ont le lit d'un cours d'eau mal

Référence 2

Le réseau hydrographique, le bassin versant et le bas-fond

défini, étroit, plus ou moins localisé au centre et n'existant pas dans les parties supérieures. Les fonds plats de la vallée varient en largeur d'à peu près 10 m dans les parties en amont à 100 m environ dans les extensions inférieures. La taille des aires d'alimentation d'eau varie entre 2 et 5 km² sur des roches granitiques et de 20 à 50 km² sur des roches sédimentaires ;

- des vallées de débordement du cours d'eau en aval des vallées à écoulement fluvial. Ces vallées ont un lit de cours d'eau distinct qui est en général localisé sur un côté d'une petite plaine d'inondation (jusqu'à 200 m de largeur) dans le fond de la vallée. La source principale de l'eau est le débordement du cours d'eau, plutôt que le ruissellement ou l'infiltration.

Les caractéristiques des sols des terres basses des vallées sont très diversifiées, tant qu'au sein que entre les vallées, allant de sable à argile. En général, les textures des sols ainsi que leurs caractéristiques chimiques reflètent les sols des plateaux environnants et le matériel parent d'où ils sont dérivés (Andriessse, 1986). Ainsi, d'une façon générale, des sols à grains grossiers infertiles prévalent dans les fonds de vallées de roches peu fertiles et acides (grès, granite) et des sols à grains moyens à fins, relativement fertiles dans les fonds de vallées avec des roches parents fertiles (schiste argileux, siltite, basalte).

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Andriessse, W., 1986. Wetlands in sub-Saharan Africa : Area and distribution. In: Juo, A.S.R. and Lowe, J.A., (eds). The wetlands and rice in sub-Saharan Africa. Proceedings of an international conference on wetland utilization for rice production in sub-Saharan Africa, 4-8 November 1985, Ibadan, Nigeria. International Institute of Tropical Agriculture, PMB 5320, Ibadan, Nigeria, pp. 15-30.
- Legoupil J.C., Lidon B., Blanchet F., Jamin J.Y., 2001. Mise en valeur et aménagement des bas-fonds d'Afrique de l'Ouest, CD-ROM CIRAD, Inland Valley Consortium (IVC) / Consortium bas-fonds (CBF), 01 BP 2551, Bouaké, Côte d'Ivoire.
- Windmeijer P.N., Andriessse W. (Eds), 1994. Inland valleys in West Africa: an agro-ecological characterization of rice-growing environments. ILRI publication 52, Wageningen, the Netherlands.

Référence 3 Les différents types de sol

Résumé

Le sol est souvent le capital principal pour les producteurs en Afrique subsaharienne. Cette référence technique présente les différents types de sol, leurs caractéristiques et des indicateurs simples permettant leur identification.

Le sol est un élément crucial pour la plante et la vie en général. Il constitue un support pour les racines des plantes et fournit des éléments nutritifs qui sont essentiels pour la croissance des plantes. Les caractéristiques des sols déterminent souvent la nature de la végétation et les cultures les plus adaptées, pouvant donner un bon rendement. Le sol détermine en grande partie ce qui se passe avec l'eau dans un bassin versant ; les pertes en eau, la disponibilité en eau, la qualité de l'eau sont toutes déterminées par les caractéristiques du sol. Le sol est aussi un moteur de recyclage : des micro-organismes dans le sol décomposent les résidus de récolte pour en faire de la matière organique. En Afrique, le sol sert aussi souvent de matériau de construction, de matériau pour la fabrication de récipients et d'objets d'art. Le sol contient quatre éléments principaux :

- l'air (20–30 % du volume) ;
- la solution du sol (20–30 % du volume) ;
- la matière minérale (45 % du volume) ;
- la matière organique (5 % du volume).

La porosité (le volume occupé par l'air et la solution du sol) permet aux racines et aux micro-organismes de respirer, et elle permet de stocker de l'eau. Dans un sol très sec, tous les « pores » (l'ensemble des petits trous et canaux entre les grains et les particules dans le sol) du sol sont remplis d'air. Dans un sol inondé tous ces pores sont saturés d'eau. Dans ce cas, pour beaucoup de plantes, les racines ne peuvent plus respirer, et ceci peut être fatal. Le riz est une plante exceptionnelle, elle peut respirer avec les racines dans l'eau.

La matière minérale dans le sol fournit le support pour les racines et libère lentement des sels minéraux dans la solution du sol. Ces sels constituent les nutriments pour la plante. La matière minérale peut être composée d'éléments ayant des tailles très différentes. On peut distinguer :

- le sable grossier et les petits cailloux ;
- le sable fin ;
- le limon ;
- l'argile.

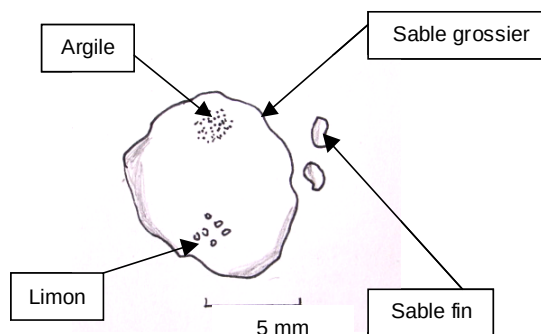


Figure 3.1. La texture du sol

Il y a seulement une petite quantité de matière organique dans le sol, mais cette petite quantité est très importante. La matière organique décomposée par des micro-organismes libère des sels minéraux (les nutriments) dans la solution du sol. Elle augmente aussi la disponibilité en eau dans le sol. La matière organique issue de la décomposition des feuilles, des racines mortes et résidus de récolte a tendance à s'accumuler en haut du profil du sol en affichant une couleur foncée. C'est pourquoi, en observant le profil du sol, on voit souvent des couches dans le sol : noir en surface et moins foncé en profondeur.

La couleur du sol

La première chose qu'on observe en regardant le sol c'est sa couleur. La couleur des sols provient le plus souvent des couleurs des oxydes de fer ou de la matière organique qui recouvrent les surfaces des particules du sol. La couleur de la matière organique est plus foncée (brun à noir) que celle des oxydes de fer (jaune, rouge, brun). Cette couleur domine en surface, alors que vers le bas, les couleurs des oxydes de fer et parfois des oxydes de manganèse (très noir) dominent. Des couleurs foncées en surface sont une indication de la fertilité du sol. Les sols noirs sont en général plus fertiles que les sols qui ont une couleur moins foncée, parce qu'ils contiennent un taux plus élevé de matière organique.

Des changements de couleur peuvent aussi donner une indication du régime hydrique du sol parce que les couleurs des oxydes de fer en conditions bien sèches et aérées sont différentes de celles en conditions inondées. La couleur rouge et brune du fer dans un sol bien drainé et aéré (beaucoup d'oxygène) du plateau change en couleur grise, vert-gris et bleue dans les conditions inondées (peu d'oxygène) du bas-fond. Il est souvent observé dans le sol, une zone (couche) "intermédiaire", située entre les couleurs rouge et grise du fer et noir des oxydes de manganèse. La profondeur de cette couche dans le sol est une indication du niveau de la nappe pendant la saison des pluies. Ces sols sont présents dans la zone hydromorphe du bas-fond. Même dans des sols de bas-fonds inondés pendant toute l'année, des couleurs rouges peuvent être observées le long des racines des plantes aquatiques, comme le riz. Ces couleurs aux alentours de la zone racinaire sont dues à l'oxygène libéré par les racines de la plante, lorsque le sol est pauvre en oxygène.

La texture du sol

La répartition des proportions de sable, de limon et d'argile détermine la *texture* du sol. La texture du sol donne donc une indication du pourcentage des particules larges et fines. Un sol sableux contient beaucoup de sable, un sol argileux-limoneux surtout de l'argile et du limon, etc.

La texture du sol est très importante parce qu'elle détermine en grande partie le mouvement de l'eau dans le sol (**Tableau 3.1**). En général, la percolation (mouvement vertical descendant) de l'eau dans un sol sableux est beaucoup plus grande que dans un sol argileux. Avec cette percolation des nutriments descendent dans les couches inférieures du profil du sol, parfois hors de portée des racines de la plante. Un sol sableux ne peut pas stocker beaucoup d'eau, mais l'absorption est facile et l'eau est évacuée rapidement vers le bas. Ceci peut être un problème car cela occasionne des pertes en nutriments. Le sable ne contient pas beaucoup de nutriments. Un sol argileux peut stocker beaucoup

Référence 3

Les différents types de sol

plus d'eau à cause de la finesse des pores entre les particules. L'absorption d'eau dans ce type de sol est facile dans un état sec, mais devient faible ou presque nul si le sol commence à être saturé. L'argile est en général fertile, elle retient bien les nutriments.

Comment observer et déterminer la texture du sol

Il faut :

- prélever un échantillon du sol suffisamment grand pour remplir environ un quart de la paume de la main ;
- enlever les corps étrangers (racines, semences, insectes) et les matériaux supérieurs à 2 mm (du gravier) ;
- ajouter un peu d'eau sur l'échantillon et malaxer le sol pour ainsi obtenir une pâte. Le sol doit être uniformément mouillé, sans présence d'agrégaions ;
- rouler d'abord la pâte entre le pouce et l'index pour former « une boule » ou un « cylindre » en faisant aller et venir la pâte de la paume de la main vers l'extrémité des doigts et vice-versa; ceci permettra de distinguer s'il s'agit principalement de :
 - *sable* : on sent les grains de sable entre les doigts et le sol ne colle pas aux doigts ; il n'a pas de cohésion et la boule casse facilement quand on exerce une pression avec les doigts ; le cylindre ne se forme pas facilement,
 - *limon* : on sent que la pâte colle partiellement aux doigts ; on peut bien faire une boule qui ne casse pas facilement quand on la presse entre les doigts ; on peut former un cylindre qui, courbé en forme de U, laisse apparaître des fissures,
 - *argile* : la pâte est très souple et colle aux doigts ; on peut facilement faire une boule et faire un creux dedans ou donner une forme à la pâte ; il est facile de former un cylindre qui ne présente pas de fissure quand il est courbé en forme de U.

Figure 3.2. Méthode de détermination de la texture du sol

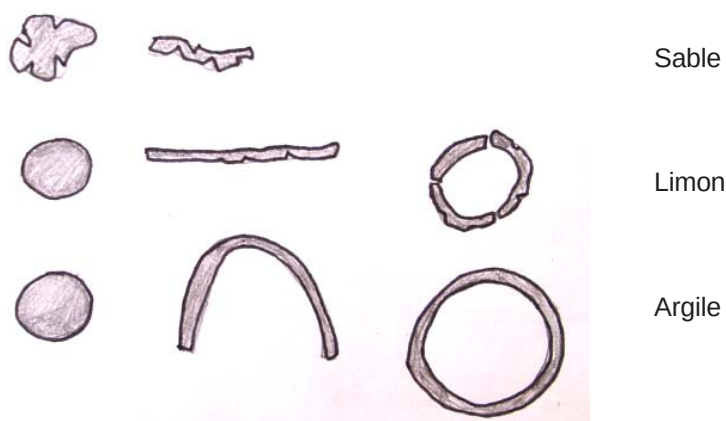


Tableau 3.1. Importance des caractéristiques du sol et leur lien avec sa texture (attention ce sont des généralités).

Caractéristiques	Sable	Limon	Argile
Drainage	Rapide	Moyen	Lent
Capacité à retenir l'eau	Faible	Moyenne	Grande
Capacité à stocker des nutriments	Faible	Moyenne	Grande
Matière organique	Faible	Moyenne	Grande
Facilité à labourer le sol en conditions humides	Facile	Moyenne	Difficile
Érosion par des eaux de ruissellement	Faible (grand pour sable fin)	Grande	Faible
Érosion par le vent	Faible (grand pour sable fin)	Grande	Faible

La structure du sol

La structure du sol est liée à la disposition des particules primaires, comme les grains de sable, le limon et l'argile dans le sol. Une bonne structure donne de l'aération aux racines. Souvent dans les bas-fonds inondés et labourés le sol perd sa structure : il devient une boue liquide. Le riz peut supporter une telle structure à cause des canaux partant des feuilles vers les tiges qui amènent l'air jusqu'aux racines. À l'état sec et pour un sol argileux, des fissures apparaissent, et le sol se compacte en formant des blocs rectangulaires ou prismatiques durs. Ce processus gêne les racines des plantes, parce que la résistance pour pénétrer le sol devient plus importante.

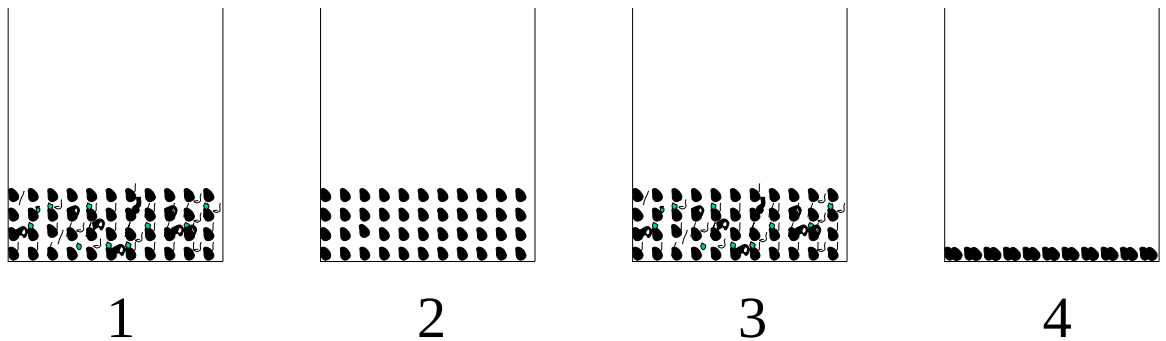


Figure 3.3. Les agrégats de sol avec un taux de matière organique élevé (1 à l'état sec et 3 à l'état mouillé) sont plus stables que les mottes de sol avec un taux de matière organique faible (2 à l'état sec et 4 à l'état mouillé)

Dans des sols plus légers (sablo-limoneux), les particules primaires peuvent se présenter sous forme de poudre ou de mottes, selon l'importance du taux de matière organique. La matière organique stabilise la structure du sol, ce qui est bénéfique pour la plante. En ajoutant de l'eau à un sol avec un faible taux

Référence 3

Les différents types de sol

de matière organique, les mottes se désagrégeront en poudre. Par contre, dans le sol avec un taux élevé de matière organique, les mottes ne se désagrégeront pas.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Brady N.C., Weil R.R., 1999. The nature and properties of soils. Twelfth Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 881 pp.
- CIRAD, GRET et ministère des Affaires étrangères, 2002. Mémento de l'Agronome, 1700 pp.
- Defoer T., Budelman A., Toulmin C., Carter S.E., 2000. Building common knowledge. A Resource Guide for participatory learning and action research. In: T. Defoer, A. Budelman (Editors). Managing Soil Fertility in the tropics: A Resource Guide for participatory learning and action research. Amsterdam, The Netherlands, Royal Tropical Institute (KIT).
- FARM programme, 1998. Farmer Field School on Integrated Soil Management. Facilitator's manual. Bangkok, Thailand FAO, FARM programme.
- FAO, 1990. Guidelines for soil description. 3rd Edition (revised). FAO, Rome, 70 pp.
- Foth H.D., 1990. Fundamentals of soil science. New York, USA. John Wiley.
- Landon J.R., 1991. Booker tropical soil manual. A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics. London, UK.
- Pieri C., 1989. Fertilité des terres de savanne. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. Paris, France. Ministère de la Coopération, Centre international de recherche agricole et développement/ Institut de recherche agronomique tropicale (CIRAD/IRAT).
- Sanchez P.A., 1976. Properties and management of soils in the tropics. Chichester, UK. Wiley Interscience Publications, John Wiley and Sons.

Référence 4 La toxicité ferreuse

Résumé

Cette référence fait le point sur la toxicité ferreuse, problème couramment rencontré dans les systèmes rizicoles de bas-fond, surtout en zone de savane. C'est un désordre nutritionnel associé à de fortes concentrations de fer dans la solution du sol. Tous les types de bas-fond, avec ou sans maîtrise de l'eau, peuvent être touchés par cette contrainte. Cette référence met l'accent sur les observations, les causes et les moyens de lutte contre la toxicité ferreuse.

Observations

Chez le riz

Les symptômes de la toxicité ferreuse débutent par de petites taches rougeâtres à brunes sur les feuilles matures. Ces taches débutent sur la partie supérieure de la feuille puis se propagent à l'ensemble de la feuille qui brunit puis se dessèche. La toxicité ferreuse se traduit également par une réduction de la croissance du riz (hauteur, tallage) et par une augmentation du taux de stérilité des panicules. La productivité peut ainsi chuter de 10 à 100 % selon la concentration en fer dans la solution et la tolérance du cultivar utilisé. Les effets de la toxicité ferreuse sont plus prononcés en saison sèche qu'en saison humide.

Sur le sol

Des taches qui ressemblent aux taches de pétrole à la surface de l'eau d'irrigation et des taches rougeâtres dans le sol indiquent que le sol est riche en fer. Ceci peut causer une toxicité ferreuse pour le riz dans des conditions submergées prolongées.

Les causes de la toxicité ferreuse

En raison du faible niveau d'aménagement de la plupart des bas-fonds de l'Afrique de l'Ouest, le drainage est souvent insuffisant. L'engorgement complet du bas-fond au cours de la saison provoqué par ce mauvais contrôle de l'eau, engendre les conditions favorables pour l'expression de la toxicité ferreuse. De fortes concentrations de fer dans le bas-fond sont d'une part inhérentes au sol en place et d'autre part découlent d'un apport massif du fer des sols situés en amont par la circulation de surface et subsurface (l'eau qui coule dans le sous-sol du haut de pente vers le bas-fond). Dans le bas-fond, dans les sols engorgés, le fer oxydé visible est transformé en fer réduit invisible soluble, qui est toxique pour le riz.

Référence 4

La toxicité ferreuse

Moyens de lutte contre la toxicité ferreuse

La lutte contre la toxicité ferreuse peut s'orienter selon plusieurs axes. Au niveau du bassin versant en travaillant sur les infrastructures, on peut empêcher l'accumulation du fer dans les bas-fonds en interrompant ou en bloquant les flux de subsurface (routes, canalisations). Sur le plan gestion de l'eau, une meilleure circulation de l'eau peut permettre d'évacuer le fer en excès dans l'eau d'irrigation et aider à oxygéner la solution du sol. Au niveau de la parcelle le moyen le plus efficace pour lutter contre la toxicité ferreuse est l'utilisation de variétés de riz tolérantes, comme la CK4, la Suakoko8 ou les WITA1 et WITA3. En général, les apports de fertilisants diminueront l'absorption du fer par la plante et aideront à rectifier le désordre nutritionnel. L'apport d'une faible quantité de zinc (5 à 10 kg ha⁻¹) peut constituer un moyen cultural supplémentaire simple pour corriger jusqu'à un certain niveau les effets négatifs de la toxicité ferreuse.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Abifarín A.O., 1989. Progress in Breeding Rice for Tolerance to Iron toxicity. WARDA Annual report: 34-39.
- Abu M.B., Hilton-Lahai A.H., 1987. Iron toxicity survey in Sierra Leone. WARDA Technical Newsletter 7 (1): 8-9.
- Abu M.B., Tucker E.S., Harding S.S., Sesay, J.S., 1989. Cultural Practices to Reduce Iron Toxicity in Rice. International Rice Research Newsletter 14 (1): 19.
- Audebert A., Sahrawat K.L., 2000. Mechanisms of Iron Toxicity Tolerance in Lowland Rice. Journal of Plant Nutrition 23 (11-12): 1877–1885.

Référence 5 L'aménagement de bas-fonds et la gestion de l'eau

Résumé

Pour bien concevoir et élaborer un plan d'aménagement, on a besoin d'informations et de connaissances d'un spécialiste. Une bonne connaissance du rôle et du fonctionnement des différents types d'aménagement permet de comprendre son importance et son entretien pour une bonne gestion de l'eau. Cela permettra de prendre une position critique en discutant avec les aménagistes. Cette référence élabore sur quelques systèmes d'aménagement couramment utilisés en Afrique de l'Ouest et leur entretien. Les réfections les plus usuelles sont : la réparation des diguettes, la reprise et le nettoyage des canaux et le planage.

Les aménagements doivent permettre un meilleur contrôle de l'eau du bas-fond selon la région et le bas-fond, cela veut dire :

- garder plus d'eau dans le bas-fond (zones plutôt sèches) ;
- répartir l'eau sur une surface plus grande ;
- évacuer l'eau en trop (zones très pluvieuses) ;
- à la fois évacuer les crues et allonger la période où il y a assez d'eau pour la culture (situation très fréquente).

Cinq différents types d'aménagement seront traités ici : les diguettes en courbes de niveau, les digues déversantes, les ouvrages de diversion, les canaux d'interception et les petits barrages. Les diguettes en courbes de niveau et les digues déversantes retiennent l'eau dans les champs en amont de la digue ou de la diguette. Les ouvrages de diversion détournent l'eau des zones basses du centre de la vallée vers les bords, afin de permettre l'irrigation des champs en aval de l'ouvrage. Le système du canal d'interception est un quatrième type adapté aux zones très humides. Enfin, la création d'un lac artificiel par construction d'un petit barrage est une solution coûteuse (plusieurs millions de FCFA par hectare) qui ne convient que pour des bas-fonds assez étendus, mais qui est le seul type d'aménagement à permettre une maîtrise complète de l'eau (comme dans un périmètre irrigué).

Diguettes en courbe de niveau

Les diguettes en courbe de niveau représentent la forme la plus simple et la moins coûteuse de contrôle de l'eau. Ces diguettes sont de petites digues faites en terre et construites dans le fond de vallée en suivant les courbes de niveau de ce dernier. Les fonds de vallée étant souvent légèrement concaves, les diguettes auront une forme parabolique. Cette forme des diguettes permet une répartition des eaux de la partie centrale du fond de vallée vers les côtés. L'objectif principal est d'emmagasinier de l'eau dans les casiers et de permettre à l'excédent d'eau de passer au-dessus des digues. Il existe des

Référence 5

L'aménagement de bas-fonds et la gestion de l'eau

diguettes en courbes de niveau simples et des diguettes en courbes de niveau avec déversoirs.

Le système de diguettes en courbes de niveau simples est illustré en figure 5.1. Les digues en terre de 30 cm de hauteur, emmagasinent et répartissent l'eau dans les champs. La pente de la vallée détermine la distance entre les digues. Lorsqu'elle est relativement raide, les digues doivent être construites à une petite distance les unes des autres. Les digues en terre sont fixes, mais également sensibles à l'érosion. Cela signifie que la quantité d'eau qui peut traverser le système – c'est-à-dire s'écouler par-dessus les digues – est limitée. Ce système retient l'eau jusqu'au niveau des diguettes. Ce type de stockage peut être extrêmement important pour la culture et peut prolonger la saison de croissance de 20 ou parfois même 50 jours.

Ce système de contrôle de l'eau a des limites : il ne fonctionne que si la pente de la vallée est assez faible (si l'eau ne coule pas trop vite) ; il faut aussi que les sols ne soient pas trop perméables (sinon l'eau ne reste pas disponible pour la plante) ; il faut qu'il n'y ait pas de risque de crue trop violente ou de marigot marqué (car les diguettes ne résisteraient pas).

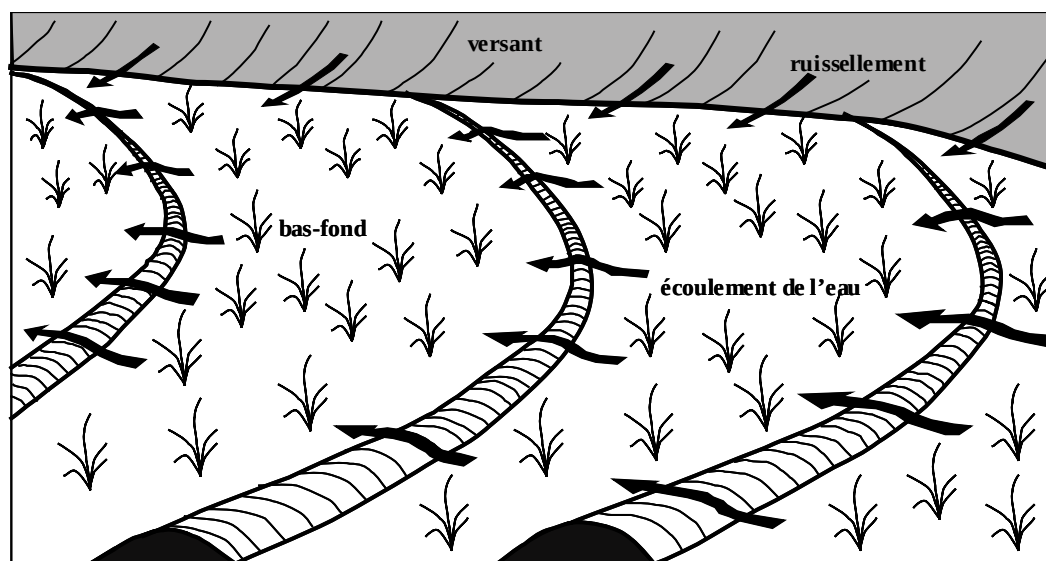


Figure 5.1. Diguette en courbes de niveau simples

Le système de diguettes en courbes de niveau avec déversoirs est représenté dans la figure 5.2. Le principe de ce système est le même que celui des diguettes en courbes de niveau simples mais il est adapté à des situations où la quantité d'eau maximale qui traverse le bas-fond (débits de crue décennale) est élevée. Pour permettre l'écoulement d'une plus grande quantité d'eau à travers le système et éviter l'érosion des digues, ces dernières sont plus hautes (50 cm). Néanmoins, il y a dans les digues, des

Référence 5

L'aménagement de bas-fonds et la gestion de l'eau

déversoirs avec des vannes qui servent à évacuer l'eau. Les déversoirs des digues en courbes de niveau doivent être relativement larges pour éviter un fort courant qui induirait un risque d'érosion. Ces déversoirs peuvent être en terre mais doivent être protégés contre l'érosion, par des feuilles de plastique par exemple. Les déversoirs peuvent également être construits avec des sacs remplis de sable ou du béton.

Comme pour les diguettes en courbes de niveau simples, la pente et la perméabilité des fonds de vallée ne doivent pas être trop fortes, mais la crue décennale peut être plus importante et il peut y avoir un axe d'écoulement marqué. On peut aussi associer à ce dispositif un canal central pour évacuer les crues.

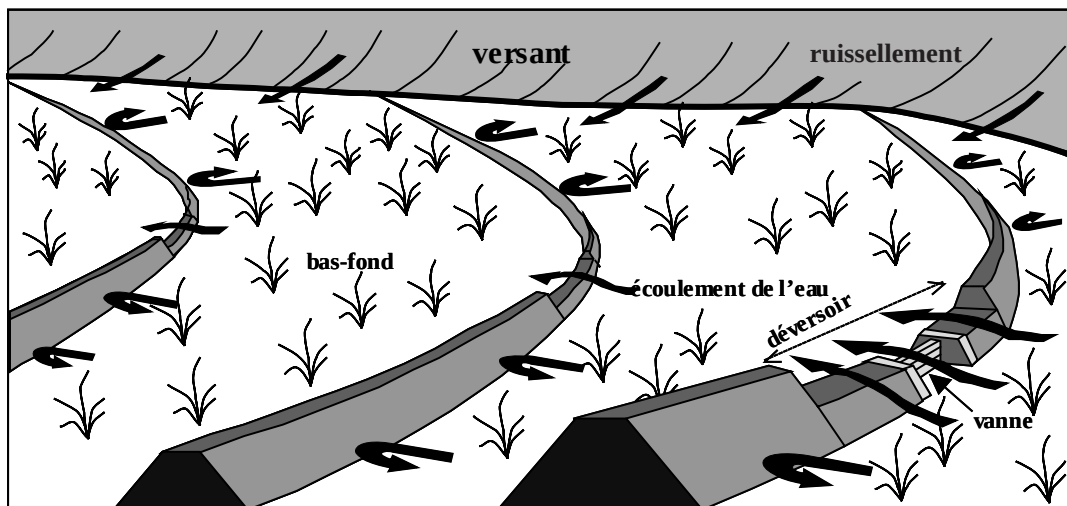


Figure 5.2. Diguettes en courbes de niveau avec déversoir

Digues déversantes

Le principe des digues déversantes est présenté dans la figure 5.3. Ces digues sont plus grandes et plus solides que les diguettes décrites plus haut car elles doivent pouvoir résister à des pressions d'eau plus importantes. Les digues sont construites perpendiculairement à l'axe de la vallée. Les digues sont dotées d'un batardeau qui régule le niveau de l'eau et sera utilisé pour drainer l'eau en excès. La digue retient l'eau et la zone inondée en amont du barrage est utilisée pour la riziculture. On distingue deux types de digues déversantes : avec et sans masque d'étanchéité.

Les digues déversantes peuvent être utilisées dans des bas-fonds où le débit de crue décennal est élevé (jusqu'à 130 litres/seconde (L/s) par mètre de largeur de bas-fond) mais la pente longitudinale doit être faible, le thalweg (la ligne du fond de bas-fond) pas trop profond (pour éviter une trop grande pression sur la digue) et la perméabilité du sol pas trop élevée (sinon il y aura trop de fuites).

Référence 5

L'aménagement de bas-fonds et la gestion de l'eau

Dans le cas où la perméabilité du sol du fond de vallée serait très élevée, les pertes en eau causées par infiltration en dessous de la digue deviennent importantes et doivent être évitées. Pour cela, on peut construire un masque d'étanchéité souterrain (Figure 5.4B), en creusant une tranchée et en la remplissant de terre de texture fine. Pour éviter les pertes par infiltration, le masque d'étanchéité doit s'appuyer sur une sous-couche de sol à faible perméabilité. Les coûts de cette construction dépendront de la profondeur de cette couche imperméable. On a établi que lorsque la perméabilité des sols de bas-fond est élevée, la profondeur de la couche imperméable doit être inférieure à 2 m pour que la construction d'une digue déversante avec masque d'étanchéité soit économiquement acceptable. Lorsque la couche imperméable est plus profonde, un autre système de contrôle de l'eau peut être adopté (voir plus loin).

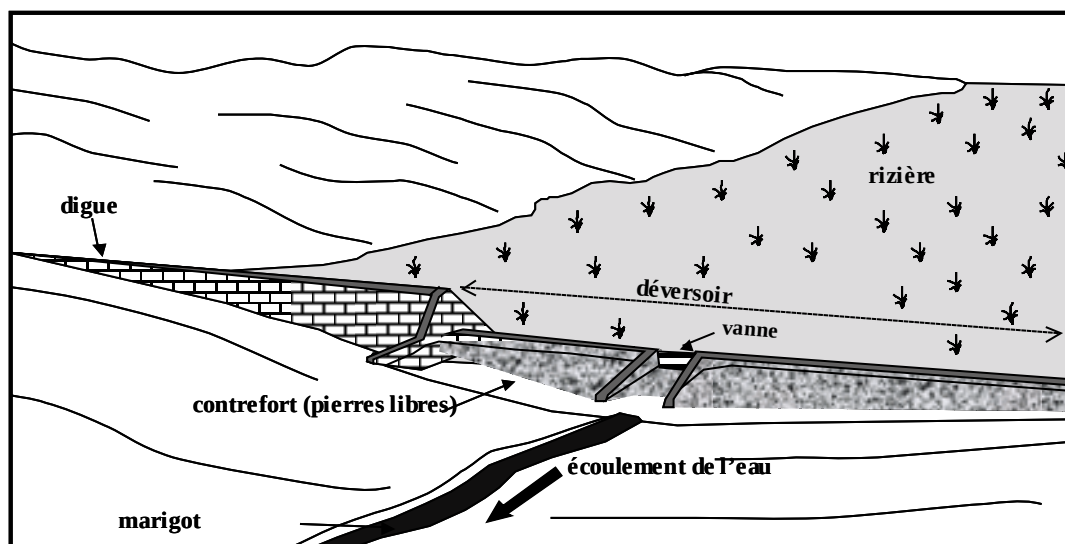


Figure 5.3. Seuil déversant

Les ouvrages de diversion

Les ouvrages de diversion peuvent être utilisés dans les fonds de vallées où il y a un cours d'eau bien marqué. Une construction en béton sera faite sur ce cours d'eau pour canaliser l'eau. Une fois canalisée, l'eau peut être dirigée dans des canaux périphériques pour la répartir sur les côtés de la vallée. Ces zones étant souvent légèrement surélevées par rapport à la partie centrale, l'eau des canaux peut être utilisée pour l'irrigation gravitaire de surface des rizières délimitées par des diguettes. Le canal central peut être utilisé pour le drainage des rizières et l'évacuation de l'excès d'eau qui n'est pas envoyé vers les canaux d'irrigation (Figure 5.5).

Référence 5

L'aménagement de bas-fonds et la gestion de l'eau

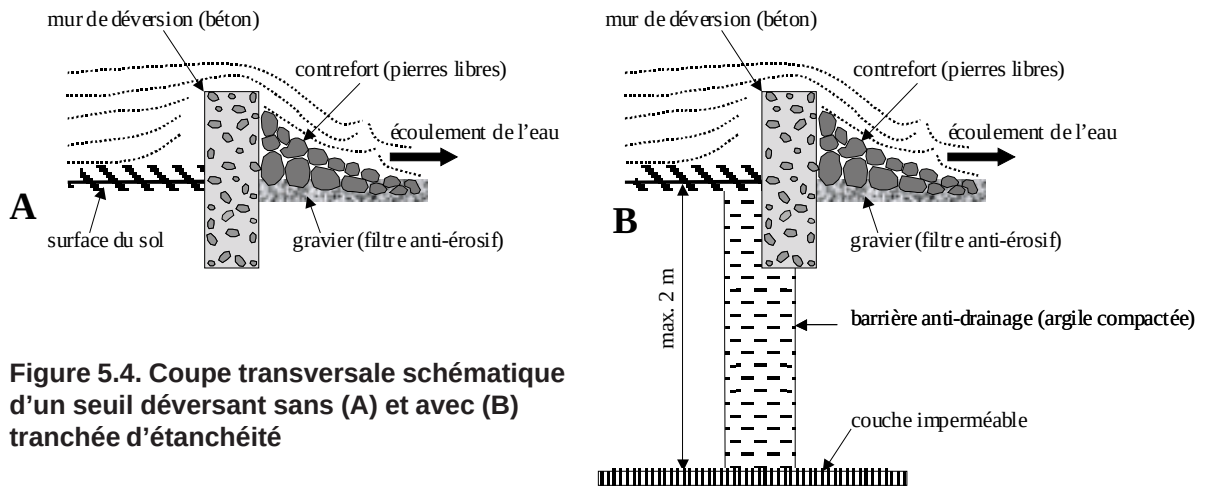


Figure 5.4. Coupe transversale schématique d'un seuil déversant sans (A) et avec (B) tranchée d'étanchéité

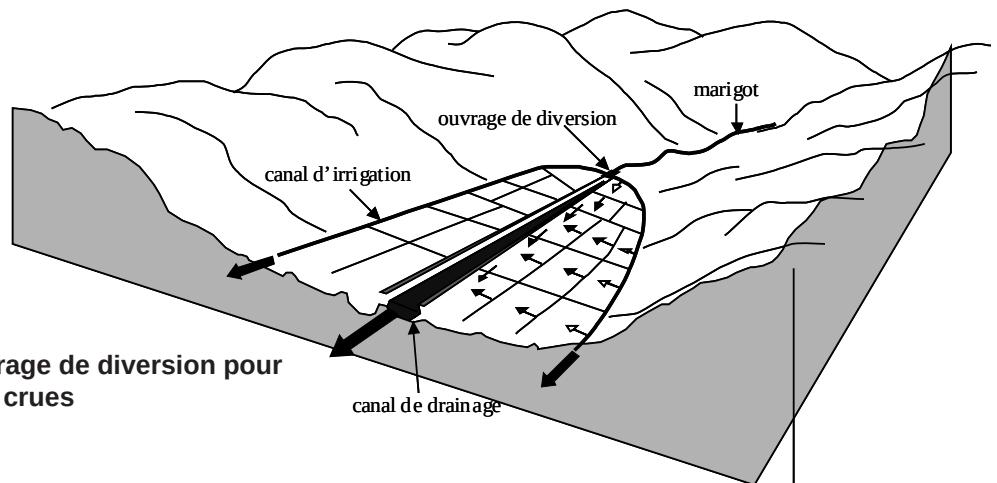


Figure 5.5. Ouvrage de diversion pour l'épandage des crues

Ce système peut être utilisé dans les fonds de vallées à pente longitudinale inférieure à 1 %, à débit de crue décennale, au plus égal à 200 L/s par mètre de largeur de bas-fond et avec des sols à faible perméabilité. En outre, ce système ne sera rentable que si l'écoulement de base (l'eau qui continue à couler après l'arrêt des pluies) couvre les besoins d'irrigation des cultures pour au moins un mois.

Les ouvrages de diversion sont communément utilisés pour le contrôle de l'eau en Côte d'Ivoire (prise au fil de l'eau) et en Guinée. Au Bénin et au Nigeria, le système d'irrigation par déviation des eaux vers des canaux périphériques est également utilisé. Cependant, dans ces deux pays, on ne construit pas pour cela d'ouvrage de diversion à partir d'un canal central. Des ouvrages sont construits en travers du bas-fond avec deux vannes par lesquelles l'eau se déverse directement dans les canaux périphériques. Les digues principales entre les champs peuvent être construites en courbes de niveau mais les parcelles peuvent aussi avoir un tracé rectangulaire.

Référence 5

L'aménagement de bas-fonds et la gestion de l'eau

Lorsque la perméabilité des sols du fond de vallée est assez importante, l'irrigation de surface sera difficile car de grandes quantités d'eau seront perdues par infiltration. Néanmoins, un ouvrage de diversion peut aussi être utilisé dans ce cas mais l'objectif principal passe de l'irrigation de surface à la recharge de la nappe phréatique (Figure 5.6). Avec cette méthode, la nappe phréatique peut rester affleurante ou proche de la surface. L'ouvrage de diversion est le même, mais il déviara l'eau dans des canaux tracés en travers du bas-fond. À partir de ces canaux l'eau s'infiltrera dans le sol et le niveau de la nappe phréatique montera. Grâce aux flux permanents, le niveau de la nappe phréatique restera élevé et cette dernière servira de ressource en eau complémentaire pour les cultures.

Pour ce type de système de contrôle de l'eau, un critère supplémentaire a été défini. La recharge de la nappe phrénatique ne sera possible que si celle-ci n'est pas trop profonde. Au Mali-Sud, il a été établi que ce système est applicable à condition que la nappe phrénatique soit à moins de 2 m de la surface au début du mois de janvier.

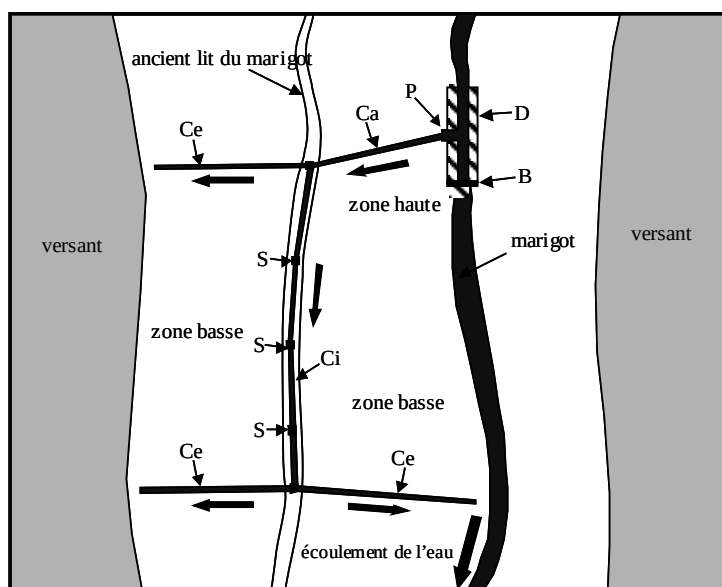


Figure 5.6. Ouvrage de diversion pour infiltration

Système du canal d'interception

Dans des zones très humides, il est nécessaire de drainer les excédents d'eau pendant la saison principale pour éviter d'endommager les cultures de riz. Pour cela on peut élargir et approfondir le drain central et construire des canaux périphériques le long des bords du bas-fond. La principale fonction de ces canaux périphériques est l'interception des eaux de ruissellement et des écoulements de plateaux vers les bas-fonds, ce qui diminue les arrivées d'eau donc l'excès d'eau dans le bas-fond.

Système des petits barrages

L'un des systèmes de contrôle de l'eau les plus utilisés et qui n'a pas été décrit ci-dessus, est la création d'un lac artificiel par construction d'un petit barrage. L'eau du lac sera utilisée pour l'irrigation de la vallée en aval. Les cultures peuvent être du riz (Côte d'Ivoire, zones de savane et de forêts ; Guinée) ou d'autres cultures en saison des pluies (Burkina Faso) ou en saison sèche (dans plusieurs pays) comme les cultures maraîchères. Un lac artificiel permet un contrôle total des eaux d'irrigation. Cependant, ce système de contrôle des eaux n'est pas considéré comme une option pour les bas-fonds relativement peu étendus à cause des coûts de construction élevés des barrages et des canaux.

Entretien des aménagements

On comprend bien que dans tous les cas, l'entretien des ouvrages soit important : l'eau doit circuler facilement et régulièrement : tout rétrécissement augmente la force de l'eau ou la bloque complètement ; l'eau qui va vite ne s'infiltre pas, et érode beaucoup ; inversement si on veut évacuer une crue avec le minimum de dégâts, le trajet doit être le plus direct possible.

Les diguettes

Les diguettes ont pour rôle principal de retenir l'eau dans la parcelle. Elles servent également d'allées pour les déplacements entre les parcelles. Elles se dégradent souvent par affaissement et surtout par fissures provoquées par alternance entre inondation et assèchement des parcelles et à cause des activités des rats et des reptiles, à la fin de la saison. Il faut nécessairement procéder au colmatage des brèches et au rechargement des cavaliers et diguettes avant le démarrage de la campagne.

Les canaux

Des canaux enherbés et non curés empêchent la bonne circulation de l'eau d'irrigation. Ils peuvent aussi acheminer des semences de mauvaises herbes dans les parcelles. Un nettoyage avant le début de la campagne est fortement conseillé.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Legoupil J.C., Lidon B., Blanchet F., Jamin J.Y., 2001. Mise en valeur et aménagement des bas fonds d'Afrique de l'Ouest, proposition d'un outil d'aide à l'aménagement : le diagnostic rapide de pré-aménagement (DIARPA). CD-ROM CIRAD, IVC/CBF.
- Lidon B., Legoupil J.C., Blanchet F., Simpara M., Sanogo I., 1998. Le diagnostic rapide de pré-aménagement (DIARPA). Agriculture et Développement 20 : 61-80.
- Windmeijer P.N., Dugué M.J., Jamin J.Y., Van de Giesen N. (Ed.), 2002. Présentation des caractéristiques hydrologiques de la mise en valeur des bas-fonds. Compte-rendu du deuxième atelier scientifique du Consortium bas-fonds. ADRAO, 01 BP 2551, Bouaké, Côte d'Ivoire.

Référence 6 Le plan d'opérations

Résumé

Un canevas d'un plan d'opérations pour la campagne rizicole est présenté pour faciliter la prévision des opérations et la gestion du temps.

Pour mener à bien une campagne rizicole, il est important d'établir bien avant le démarrage de la campagne, un plan de production qui sera fonction principalement :

- de la surface à cultiver ;
- des intrants qu'on prévoit d'utiliser ;
- de la main-d'œuvre ;
- du choix variétal ;
- de la date de semis.

La planification en riziculture commence par décider de la superficie à cultiver. Cette décision doit être guidée par la disponibilité en :

- moyens humains, c'est-à-dire la main-d'œuvre familiale et extérieure pour la gestion et l'entretien de la surface ciblée ;
- moyens financiers, c'est-à-dire les coûts estimés de la main d'œuvre externe, de l'engrais et des herbicides ;
- moyens matériels, c'est-à-dire des équipements pour la préparation du sol, la récolte, le battage, le transport et le stockage.

Dans la planification des moyens à mobiliser, l'état de l'aménagement doit être pris en compte, afin de déterminer les besoins en entretien et réfection. Avant le démarrage de la campagne tous les besoins en intrants agricoles doivent être évalués, achetés et convenablement stockés. Éviter autant que possible de stocker les engrais et produits phytosanitaires à la maison. Sinon, il faut veiller à les mettre dans un endroit aéré, hors de la portée des enfants, des animaux et des produits de consommation.

Le plan d'opérations

Le plan prévisionnel des opérations est établi pour une organisation cohérente de tout le processus de production. Il permet d'éviter les inconvénients liés à une mauvaise préparation qui font que certaines opérations culturales importantes ne se déroulent pas au moment opportun. Le plan d'opération peut se concevoir à partir de la date de semis prévue. Les opérations en amont et en aval de la production doivent être bien raisonnées en fonction des partenaires impliqués :

Référence 6

Le plan d'opérations

- crédit : délai de dépôt des dossiers, moment de retrait des bons d'intrants, délais de remboursement, etc. ;
- approvisionnement en intrants : existence de fournisseurs locaux, délais de livraison, conditions de livraison, etc. ;
- commercialisation : existence de riziers ou de leurs représentants dans la zone, début des opérations d'achats, conditions d'achat, conditions de transport, prix proposés, etc.

Le plan d'opérations peut être présenté sous forme de tableau indiquant les différentes opérations, leurs dates d'exécution par rapport à la date de semis et par rapport aux stades de développement de la plante.

Tableau 6.1. Exemple d'un plan d'opérations

No	Dates	Opérations	JAR*	Stade de développement de la plante	Observations
1	10/06	Commande intrants	-34		
2	23/06	Réception intrants	-21		
3	24/06	Mise en eau avant le premier labour	-20		
4	28/06	Premier labour ; installation de la pépinière	-16		
5	29/06	Mise en eau avant le deuxième labour	-15		
6	12/07	Deuxième labour et planage ; Engrais de fond	-2		
7	14/07	Début repiquage	0		
8	30/07	Traitement herbicide	16	Début tallage	
9	01/08	Engrais urée 1	18	Début tallage	
10		Etc.			
11					
12					

* Jours après repiquage (pour les jours avant le repiquage, utilisez le signe négatif).

Référence 7 La gestion de l'eau au niveau de la parcelle

Résumé

À chaque stade de développement du riz correspond un besoin spécifique en eau. Le non-respect de ces besoins peut entraîner des chutes très importantes en rendement. Une bonne maîtrise de l'eau au niveau de la parcelle est donc d'une importance capitale pour obtenir un bon rendement. La gestion de l'eau consiste à faire un bon planage et à créer la possibilité d'apporter et de faire sortir l'eau de la parcelle en fonction des besoins de la plante. Dans cette référence, la gestion optimale de l'eau à la parcelle, pour des casiers de riz repiqué est traitée.

La gestion de l'eau pour les casiers de riz repiqué

Le calendrier proposé ci-dessous est plus indiqué pour la riziculture irriguée avec parfaite maîtrise de l'eau et pour les bas-fonds aménagés avec maîtrise de l'eau ; il suppose un bon aménagement et un bon planage des parcelles ; cependant il peut servir de guide pour des situations où les conditions sont moins réunies. Pour cette référence, l'essentiel c'est de comprendre qu'il existe durant le cycle du riz des stades critiques où le riz a besoin de peu, beaucoup ou pas du tout d'eau. Prendre en compte cette exigence du riz lui permet de mieux exprimer ses potentialités. Il n'est donc pas conseillé de submerger la parcelle de riz durant tout son cycle ; cela n'est bénéfique ni d'un point de vue agronomique ni d'un point de vue économique.

De façon générale :

- le riz a besoin de peu d'eau durant la phase végétative (germination jusqu'à l'initiation paniculaire, IP) ;
- le riz a besoin de beaucoup d'eau durant toute la phase reproductive et la première moitié de la phase de maturation (IP-stade pâteux) ;
- le riz n'a plus besoin d'eau durant la dernière moitié de la phase de maturation (stade pâteux-maturité).

Une bonne façon de gérer l'eau pour une parcelle repiquée est résumée ci-dessous :

- repiquage sous une lame d'eau d'environ 5 cm ;
- drainage immédiatement après repiquage et « assec » pendant deux ou trois jours ;
- irrigation avec maintien de la lame à 5 cm environ jusqu'à la fin de la deuxième ou troisième semaine (selon la planification pour le désherbage chimique et l'application d'engrais) ;
- drainage complet pour appliquer l'herbicide¹, maintien à sec pendant deux jours ;

¹Il existe des herbicides qu'on doit appliquer dans l'eau, il faudra suivre les conseils du fabricant.

Référence 7

La gestion de l'eau au niveau de la parcelle

- irrigation et maintien de la lame au minimum pendant 4 à 5 jours pour l'application d'engrais ;
- relèvement de la lame à environ 5 cm, jusqu'à l'initiation paniculaire (IP) ;
- rabaissement de la lame d'eau au minimum pendant 4–5 jours pour appliquer l'urée ;
- relèvement de la lame d'eau à 10 cm (4–5 jours après IP) jusqu'au stade pâteux ;
- drainage complet de la parcelle et arrêt de l'irrigation (15 jours après la floraison).

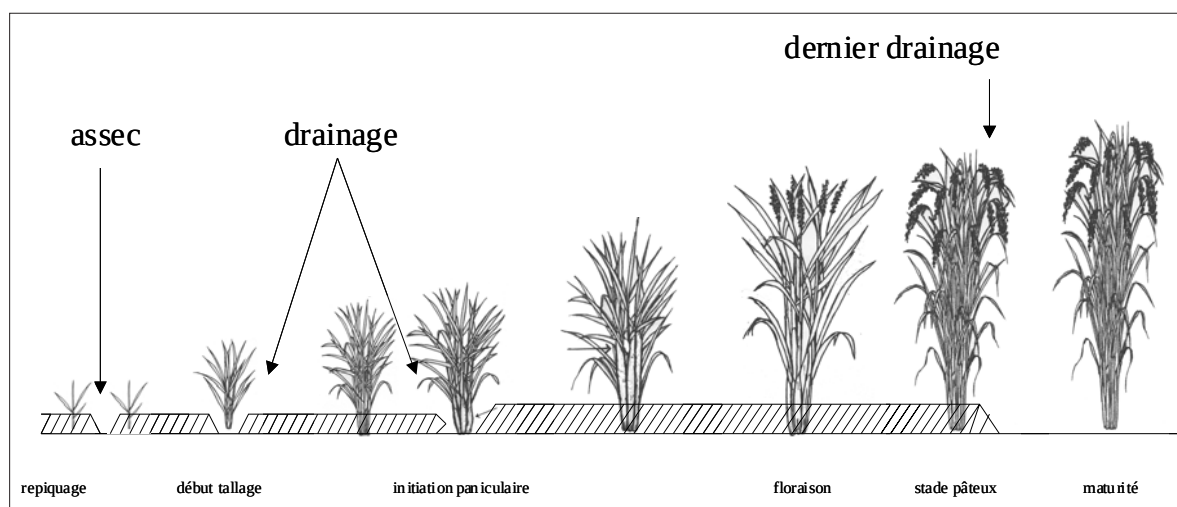


Figure 7.1. Illustration de la gestion de l'eau pour une parcelle repiquée

Les effets d'une mauvaise gestion de l'eau

Un excès d'eau pendant la phase végétative freine le tallage et produit des plantes minces avec peu de talles. L'absence d'une lame d'eau pendant la phase végétative favorise le développement des mauvaises herbes et peut occasionner une réduction significative du rendement. L'application d'urée se fait de préférence dans une faible lame d'eau (3–5 cm) pour augmenter son efficacité. Un manque d'eau durant la phase reproductive peut occasionner une stérilité des grains et une chute très importante du rendement. Un drainage tardif retarde la maturation et la récolte et affecte l'homogénéité de la culture.

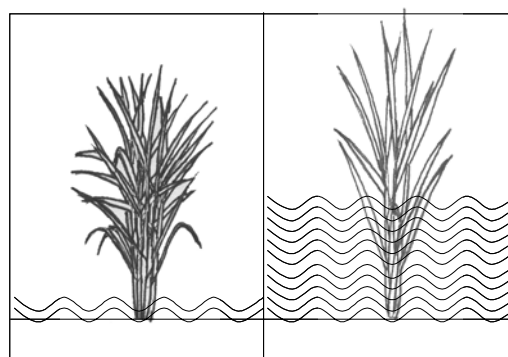


Figure 7.2. L'excès d'eau affecte le tallage

Référence 7

La gestion de l'eau au niveau de la parcelle

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Dingkuhn M., LeGal P.Y., 1996. *Effect of drainage date on yield and assimilate partitioning in irrigated rice*. *Field Crops Research* 46: 117–126.

WARDA, SAED, 2000. Manuel pratique pour la riziculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal. ADRAO, BP 96, St.-Louis, Sénégal, 80 pp. et annexes.

Référence 8 Connaissance de la plante de riz

Résumé

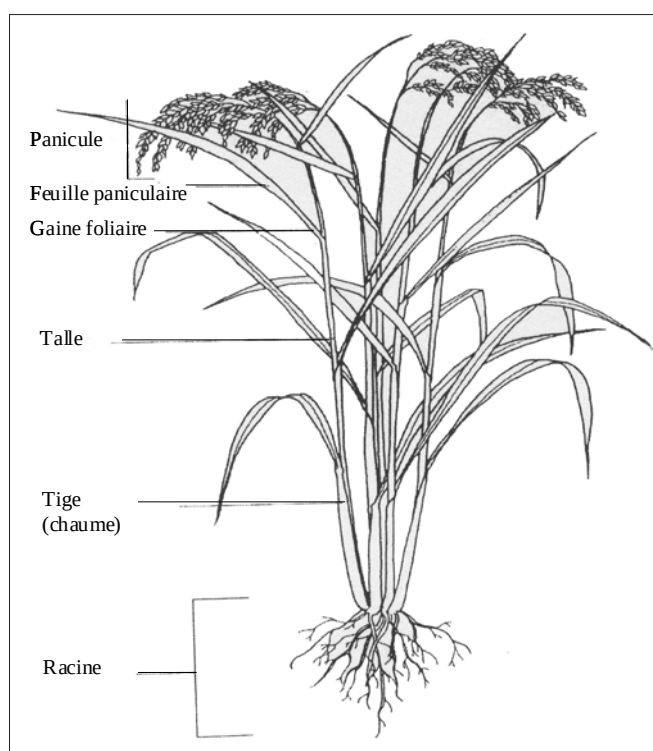
Cette référence fait le point sur la connaissance de la plante de riz, son origine et taxonomie, la structure de la plante ainsi que les stades et phases de développement. Une bonne connaissance de la plante de riz est primordiale pour faire de bonnes observations sur le terrain, permettant une bonne analyse afin de prendre des décisions de gestion adéquates.

Origine et taxonomie

Le riz est une graminée annuelle d'origine tropicale appartenant à la famille des graminées et au genre *Oryzae*. Le genre *Oryzae* comprend une vingtaine d'espèces dont deux seulement sont cultivées : *Oryza sativa* L. et *Oryza glaberrima* Steud.

Figure 8.1. Type de plante d'*Oryza sativa* L.

O. sativa, originaire d'Asie, comprend deux types principaux : *indica* et *japonica*.



Le type *indica*, originaire de l'Asie tropicale est caractérisé généralement par :

- des feuilles vert-clair, longues, larges à étroites ;
- un tallage important ;
- des grains généralement longs et fins ;
- et beaucoup de ramifications secondaires (petites branches au niveau de la panicule).

Référence 8

Connaissance de la plante de riz

Le type *japonica*, originaire de la zone tempérée et subtropicale de l'Asie, présente :

- des feuilles vert-foncé, étroites ;
- un tallage moyen ;
- une taille courte à intermédiaire ;
- et des grains souvent courts et ronds.



Figure 8.2. Comparaison du panicule de *O. glaberrima* Steud. (à droite) avec *O. sativa* (à gauche)

O. glaberrima, le riz africain est originaire du delta central du Niger. Les caractères suivants permettent de le reconnaître :

- excellent développement végétatif – feuilles et glumes glabres (lisses, dépourvues de poils) – ligules petites et arrondies ;
- faible densité de ramifications – peu ou pas de ramifications secondaires – caryopse rouge (grain dont le péricarpe est rouge) – longue dormance.

Aujourd'hui, l'espèce asiatique (*Oryza sativa*) est beaucoup plus cultivée que l'espèce africaine (*O. glaberrima*).

Structure de la plante

- La plante de riz est constituée par des tiges rondes et creuses, des feuilles plates et des panicules terminales. Le riz est une plante très souple qui pousse aussi bien en zone inondée qu'en zone non-inondée.
- La plante de riz comprend des organes végétatifs : racines, tiges, feuilles et des organes reproducteurs à savoir la panicule constituée d'un ensemble d'épillets.

Référence 8

Connaissance de la plante de riz

Les organes végétatifs

Les racines : les racines servent de support (ancrage) à la plante ; elles ont pour fonctions principales d'absorber et de stocker l'eau et les éléments nutritifs. Le système racinaire de la plante de riz, comme la plupart des graminées, est peu profond.

La tige : la tige est composée d'une série de nœuds et d'entre-nœuds. Les entre-nœuds sont creux, avec une surface lisse. Les entre-nœuds inférieurs sont plus courts que ceux supérieurs. Plus l'écart entre les nœuds inférieurs est réduit plus la plante résiste à la verse. Chaque nœud porte une feuille et un bourgeon qui peut se transformer en talle. Les tiges ont pour fonctions principales de transporter les éléments nutritifs et l'eau et à approvisionner les racines en air. La robustesse des tiges (diamètre) et leur taille sont aussi des critères de résistance à la verse. À partir des nœuds de la tige principale naissent de façon alternative d'autres tiges appelées talles secondaires qui peuvent à leur tour porter des talles tertiaires. L'ensemble des talles produit par un seul plant constitue la touffe de riz. L'importance du tallage est fonction de la variété mais est influencée par les conditions et pratiques culturales.

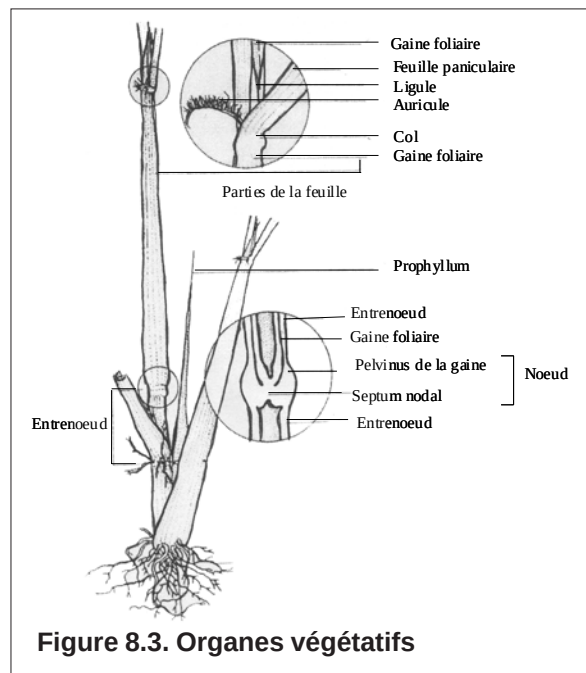


Figure 8.3. Organes végétatifs

Les feuilles : les feuilles se développent alternativement sur la tige, à raison d'une feuille à chaque nœud. La dernière feuille qui enveloppe la panicule est appelée la feuille paniculaire ou feuille drapeau. La feuille est le moteur de la croissance, elle capte les radiations solaires et les transforme en hydrate de carbone. La plante respire et transpire par la feuille. Le port de la feuille peut être érigé, oblique ou retombante ; ce caractère (port de la feuille) qui dépend de la variété, joue beaucoup sur la pénétration des radiations solaires.

La gaine est la partie de la feuille qui entoure la tige. Au point de jonction entre la feuille et la gaine (*collet*), se trouvent deux structures appelées auricule et ligule.

L'auricule est une sorte d'appendice de 2 à 5 mm, en forme de croissant, garnie de poils.

La ligule est une sorte de membrane dont la longueur et la forme sont fonction de l'espèce et de la variété. Elle est longue chez *O. sativa*, mais courte et arrondie chez *O. glaberrima*. Le riz est la seule

Référence 8

Connaissance de la plante de riz

graminée qui possède à la fois la ligule et l'auricule, ce qui permet de le distinguer des mauvaises herbes, au stade plantule.

Les organes floraux

La panicule : elle constitue l'inflorescence du riz. C'est la partie terminale de la plante de riz, elle est portée par le dernier entre-nœud. La panicule est composée de ramifications (petites branches) primaires qui portent des ramifications secondaires portant les pédicelles qui à leur tour portent les épillets. Le nombre de ramifications primaires et secondaires peut être fonction de l'espèce et de la variété. Une panicule peut porter entre 50 et 500 épillets, cependant pour la plupart des variétés utilisées, le nombre d'épillets se situe entre 150 et 350. Il existe des différences variétales entre la longueur, la forme et l'angle des panicules.

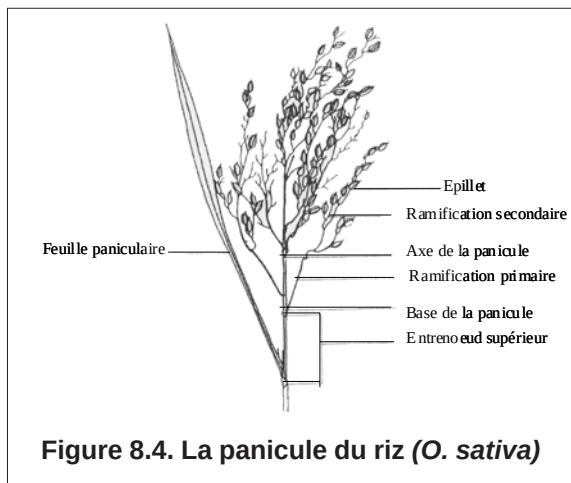


Figure 8.4. La panicule du riz (*O. sativa*)

La fleur : la fleur comprend les organes reproducteurs mâles (anthères contenant le pollen) et les organes femelles (l'ovaire). Le riz est une plante autogame : la fécondation est assurée par le pollen de la fleur, elle-même à la différence de la plante allogame dont la fécondation est assurée par le pollen d'une autre fleur de la même plante, par exemple : le maïs.

Le grain ou paddy : le grain de riz est constitué de trois parties essentielles :

- l'enveloppe du riz comprenant : les glumes (larges portions au-dessus des pédicelles qui lient les épillets aux ramifications secondaires) et les deux glumelles appelées *paléa* (glumelle supérieure avec trois nervures) et *lemma* (glumelle inférieure avec cinq nervures). La barbe est un prolongement de la nervure ventrale de la glumelle inférieure. Les glumelles, qui enveloppent le grain du riz (caryopse), constituent la balle de riz au décorticage ;
- l'endosperme qui sert de source alimentaire à l'embryon ; l'embryon situé sur la partie ventrale de l'épillet.

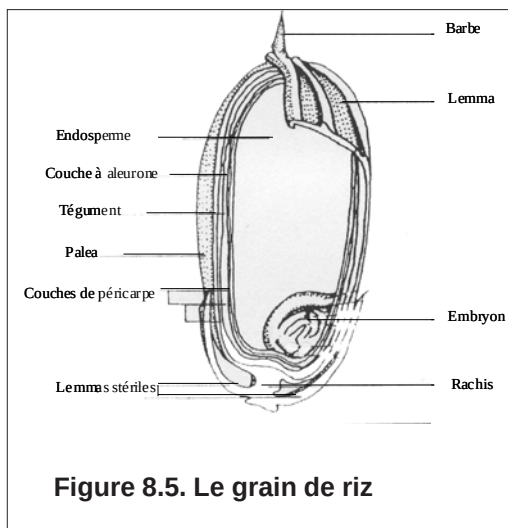


Figure 8.5. Le grain de riz

Référence 8

Connaissance de la plante de riz

Stades de croissance et de développement du riz

Le cycle du riz, quelle que soit la variété, l'écologie, est bouclé après avoir traversé les 10 stades de développements suivants :

Germination (stade 0). L'embryon, en état de vie latente au cours du stockage, germe dès qu'il rencontre une humidité suffisante (l'équivalent du quart du poids de la graine) et une température favorable (optimum : 20 à 35 °C). La germination c'est le retour en activité de la graine ; l'émergence se matérialise soit par l'apparition du coléoptile, d'où sortira la première feuille (condition aérobic) soit par l'apparition de la radicule, la première racine (condition anaérobique). Le stade germination correspond à la période comprise entre l'apparition du coléoptile ou de la radicule et l'émergence de la première feuille.

Plantule (stade 1). C'est la période qui suit la germination, pendant laquelle la jeune pousse se nourrit essentiellement des réserves de la graine (14 jours environ). Elle poursuit sa production de feuilles au rythme d'une feuille tous les 3 ou 4 jours. Le stade plantule correspond à la période comprise entre l'émergence de la première feuille et l'apparition de la cinquième feuille. Durant ce stade la plantule produit également des racines. C'est un stade critique au cours duquel la plante est très fragile.

Tallage (stade 2). C'est le moment où la jeune plantule commence à produire des talles. Le stade tallage démarre avec l'apparition de la cinquième feuille. L'accroissement numérique des talles se poursuit jusqu'au tallage maximum, cette période est appelée phase de tallage. On assiste ensuite à une dégénérescence de certaines talles et à une stabilisation du nombre de talles.

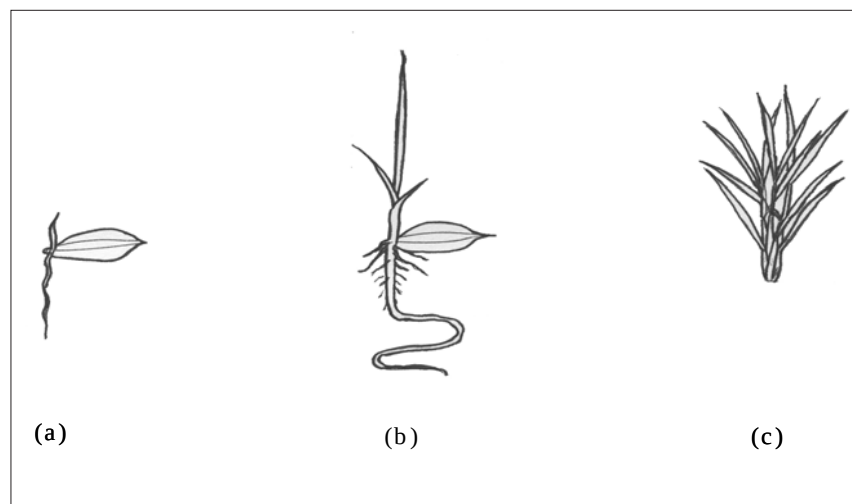


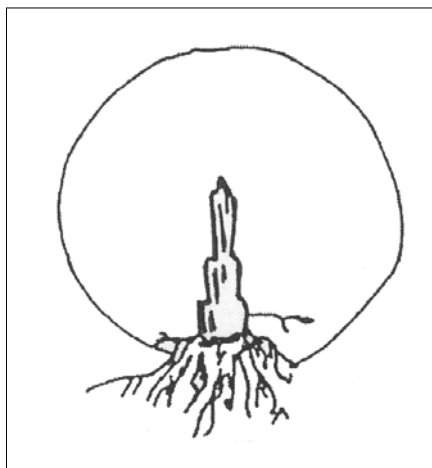
Figure 8.6. L'émergence (a), la levée (b) et le tallage (c)

Référence 8

Connaissance de la plante de riz

L'élongation des entre-nœuds (stade 3). Vers la fin de la phase de tallage, la plante commence à allonger ses entre-nœuds. Cela se traduit par une augmentation de la taille de la plante.

Figure 8.7. Élongation des entre-nœuds



L'initiation paniculaire (IP) (stade 4). Ce stade marque la naissance de la panicule. La jeune panicule qui émerge à l'intérieur et à la base du dernier nœud, est matérialisée d'abord par une petite excroissance en forme de cône plumeux d'1 à 1,5 mm, seulement visible en faisant une dissection de la tige. En réalité, le cône est seulement visible (à l'œil nu) à peu près une dizaine de jours après sa naissance. Ce stade de développement de la plante est appelé initiation paniculaire. À ce stade le nombre de grains par panicule est déterminé. Pour les variétés précoces le tallage maximum, l'élongation des entre-nœuds et l'initiation paniculaire ont lieu presque simultanément. Ces différents stades se suivent respectivement chez les variétés à cycle long. La date de l'initiation paniculaire, chez le riz est conditionnée par beaucoup de facteurs, dont certaines constantes sont inhérentes à la variété, les températures et la photopériode (Référence 11). L'initiation paniculaire marque le début de la phase reproductive.

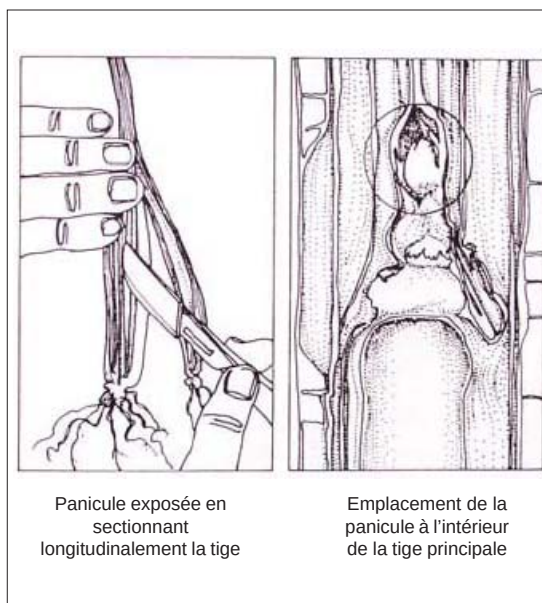


Figure 8.8. Méthode de la détermination de l'initiation paniculaire

Le développement de la panicule (stade 5). Ce stade est caractérisé par un gonflement à la base de la feuille paniculaire due à une montée de la panicule à l'intérieur de la tige. Après l'initiation, la panicule se développe et progresse vers le haut de la tige, cela occasionne un gonflement de la tige, appelé montaison. Les différents organes de la fleur se développent et la panicule poursuit sa croissance pour atteindre sa taille définitive avant sa sortie (épiaison).

Référence 8

Connaissance de la plante de riz

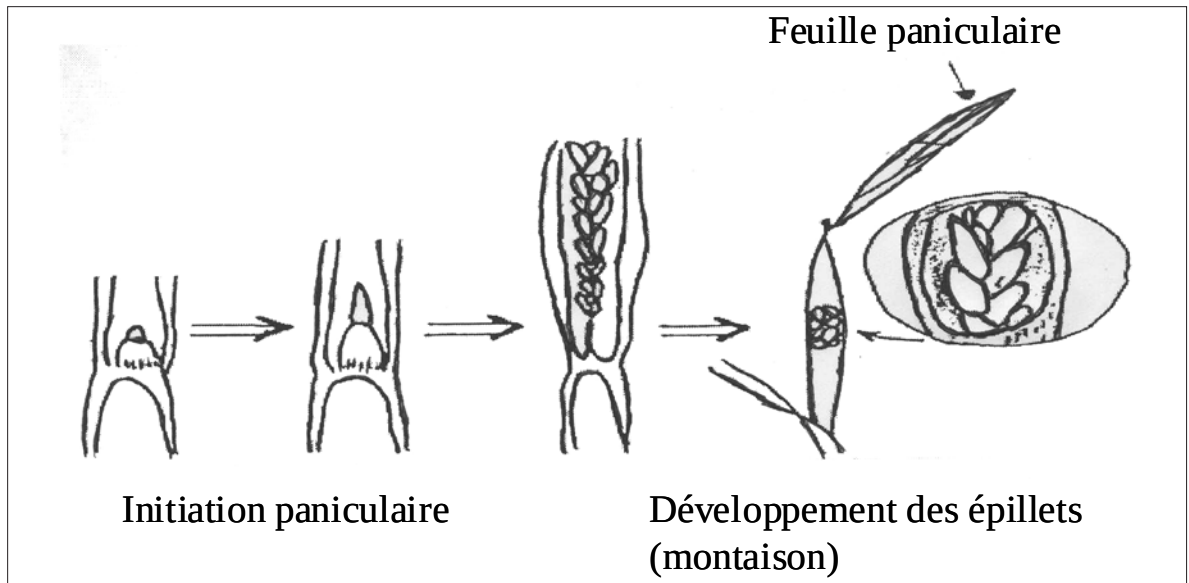


Figure 8.9. Évolution du développement de la panicule

Épiaison et floraison (stade 6). L'épiaison (apparition de l'épi) est caractérisée par l'émergence de la panicule à la base de la feuille paniculaire. L'épi prend une à deux semaines pour sortir complètement de la tige. La floraison se réfère à l'ouverture de la fleur et à la pollinisation qui s'ensuit. L'ouverture se fait, sous la poussée de deux structures transparentes, appelées lodicules, situées à la base et à l'intérieur de la graine, qui se dilatent, par échauffement écartant par la même occasion les deux glumelles (*Lemma* et *Paléa*). Cette ouverture a généralement lieu chez le riz entre 9 h et 11 h du matin. Dès l'ouverture des glumelles, les étamines se dressent et du fait de la température ambiante, les anthères se dessèchent et libèrent les grains de pollen qui tombent sur les stigmates, puis sur l'ovaire où la fécondation a lieu. Les deux glumelles se referment ensuite.

L'épiaison est suivie, trois jours après la floraison et le processus se poursuit progressivement jusqu'à la sortie complète de la panicule.

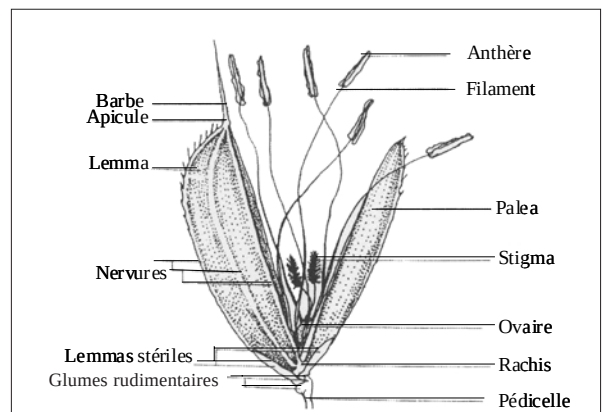


Figure 8.10. Les stades d'épiaison et de la floraison

Référence 8

Connaissance de la plante de riz

Grain laiteux (stade 7). Après la fécondation, l’ovaire se gonfle et le caryopse se développe pour atteindre sa taille maximum au bout de sept jours. Le contenu du grain (caryopse) est d’abord aqueux puis prend une consistance laiteuse, visible d’ailleurs lorsque la graine est pressée à ce stade. Les panicules sont toujours vertes et dressées.

Grain pâteux (stade 8). La portion laiteuse du grain devient molle puis se transforme en pâte dure (deux semaines après floraison). La panicule commence à se courber et la couleur des grains évolue progressivement du vert vers la couleur caractéristique de la variété (jaune paille, noire, etc.).

Maturité (stade 9). Le grain est mûr lorsqu’il a atteint sa taille définitive. Son poids maximal est aussi atteint, conférant à la panicule sa forme courbée. Le grain devient dur et prend la couleur définitive de la variété (jaune paille, noire, etc.). Ce stade est atteint quand 85 à 90 % des grains de la panicule sont mûrs.

Les phases de développement de la plante

Les dix stades de développement du riz sont répartis en trois grandes phases :

- la **phase végétative** qui s’étale de la germination à l’initiation paniculaire ;
- la **phase reproductive** qui va de l’initiation paniculaire jusqu’à la floraison ;
- et la **phase de maturité** qui va de la floraison à la maturité complète.

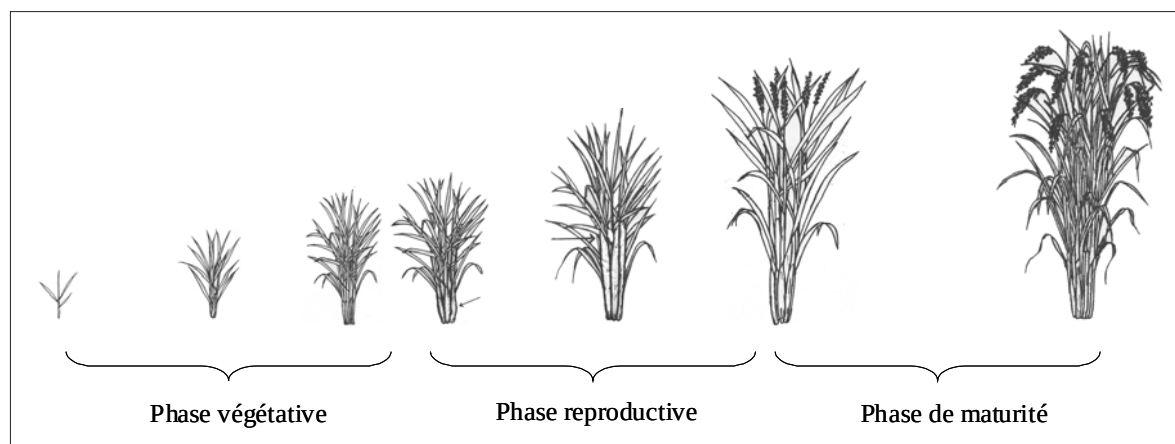


Figure 8.11. Les trois principales phases de développement du riz

La phase végétative : durant la phase végétative, la plante traverse les stades de développement suivants : germination-émergence, plantule, tallage et élongation des entre-nœuds (selon le type de variétés). La durée de la phase végétative est variable et est fonction des variétés. Cette phase est

Référence 8

Connaissance de la plante de riz

influencée par les températures basses et la photopériode (longueur du jour), qui peuvent, lorsque la variété est sensible, allonger sa durée (Référence 11). La plupart des pratiques culturales s'opèrent durant la phase végétative, notamment la lutte contre les mauvaises herbes (sarclage ou traitement chimique), la fertilisation, la lutte contre les insectes et les maladies.

La phase reproductive : cette phase comporte les stades d'initiation paniculaire, de montaison et d'épiaison. Elle est caractérisée par la naissance de la panicule et le développement des épillets et des organes reproducteurs. Elle a une durée relativement fixe comprise entre 30 et 35 jours, quelles que soient la variété et la saison. La phase reproductive n'est pas affectée par la photopériode, cependant elle est très sensible aux températures basses, à la sécheresse (déficit hydrique) et à la salinité, qui peuvent occasionner la stérilité des organes reproducteurs des épillets, ce qui se traduit par des grains vides.

La phase de maturité : elle comporte les stades floraison, laiteux, pâteux et de maturité. Elle a également une durée relativement fixe d'environ 30 jours, quelles que soient la variété et la saison. Elle est sensible aux aléas climatiques tels que les températures élevées, les vents violents et la sécheresse (déficit hydrique) durant les 15 premiers jours qui suivent la floraison (stade pâteux). Le drainage des parcelles ou arrêt de l'irrigation au stade pâteux n'a pas d'influence négative sur la production, il est même bénéfique pour le riz ; il homogénéise la maturation et facilite la récolte.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Matsuo T., Kumazawa K., Ishii R., Ishihara K., Hirata H., 1995. Science of the rice plant. Physiology, vol. II. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo.
- Yoshida S., 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Manila, Philippines, 269 pp.

Référence 9 La production de semence

Résumé

La semence est un élément clé pour une bonne production de riz. L'utilisation des semences certifiées est vivement conseillée. Cependant, les producteurs de riz n'ont souvent pas accès aux semences certifiées. Cette référence fait le point sur la production de semence à partir de la parcelle de production du producteur, la détermination de sa qualité et son stockage.

La semence est un des premiers intrants de la production rizicole. On appelle semences : des graines de riz viables, dotées d'une pureté variétale et d'un taux de germination au moins égal à 80 %, elles sont dépourvues de maladies, de graines d'adventices et d'impuretés. La production de semences nécessite beaucoup plus de soins et de technicité qu'une simple production de paddy.

Dans un système intensif, cas de la riziculture irriguée, elle se fait selon des normes techniques strictes établies qui garantissent après évaluation au champ puis au laboratoire, un produit de qualité : la semence certifiée. Il est vivement conseillé d'utiliser des semences certifiées. Cependant, les producteurs n'ont souvent pas accès aux semences certifiées. Une semence de qualité tout à fait acceptable peut être obtenue à partir de la parcelle de production du paysan, lorsque les recommandations ci-après sont observées ; ce système est appelé « système semencier communautaire » (en anglais : *community-based seed production system*, CBSS).

Recommandations pour améliorer la qualité des semences

Sélection de la partie de la parcelle qui servira à la production de semence

Le processus d'obtention de la semence prend effet bien avant la récolte. À la maturité il est souvent trop tard pour distinguer les hors-types. Il est recommandé de choisir une partie du champ où les plants représentant la variété sont les plus vigoureux et les plus homogènes. Ensuite, on procède à l'élimination des espèces étrangères (plants étrangers et mauvaises herbes) dans la partie choisie. À la maturité on doit récolter la semence avant le reste du champ et la sécher et battre séparément.

Séchage

Lorsque la semence est nouvellement récoltée, elle est encore humide et doit par conséquent être séchée. Une semence bien séchée, se conserve bien et les attaques par les insectes ou les maladies fongiques sont limitées. Pour effectuer un bon séchage il faut :

- étaler la semence à l'air libre pendant quelques jours ; la semence doit être séchée de préférence à l'ombre, à défaut, sous un soleil de faible intensité ;
- éviter le séchage sous le soleil ardent (de plomb) qui pourrait provoquer des fissures de la semence ;
- éviter de sécher sur le goudron, il peut également endommager la semence du fait d'une élévation et/ou d'une fluctuation trop importante de la température ;
- remuer de temps en temps les semences afin d'assurer une bonne ventilation.

Le battage

Le battage doit être réalisé avec une certaine précaution afin de réduire les risques d'endommager la semence, de contagion par les maladies ou de mélanges de variétés. Pour ce faire il faut :

- nettoyer soigneusement l'aire de battage. L'aire de battage peut être dallée avec du ciment ou de l'argile. Le cas échéant, couvrir le sol avec une bâche, un tapis en plastique ou un tissu ;
- battre chaque variété à part ;
- procéder au vannage immédiatement après.

Si le battage est effectué à la batteuse, il faut vérifier que cette dernière a été bien nettoyée au préalable. Il est recommandé de laisser la machine tourner à vide pendant un petit moment pour faire sortir les graines qui sont restées coincées à l'intérieur. Une fois le battage commencé, il faut éliminer par mesure de prudence, les 2 ou 3 premiers kilos battus pour éviter des mélanges par des graines coincées que le simple fait de tourner la machine à vide n'a pu enlever.

Le vannage

Le vannage a pour objectif de nettoyer la semence, c'est-à-dire de la débarrasser des impuretés. Ces impuretés peuvent être de la paille, des débris végétaux, des semences de mauvaises herbes, des insectes ou des cailloux. Pour faire un bon vannage il faut :

- bien nettoyer l'aire de battage. On peut utiliser une bâche, un tapis en plastique ou un tissu ; et de préférence à des endroits différents ;
- regrouper dans un même endroit les récipients contenant la même variété.

Tout comme le battage, si le vannage est effectué à la machine (ce qui n'est pas fréquent en Afrique de l'Ouest) il faut vérifier que cette dernière a été au préalable bien nettoyée, la faire tourner à vide pendant un moment et par mesure de prudence, écarter les 2 à 3 premiers kilos de semences vannées.

Le stockage

Le stockage constitue une étape délicate dans la gestion des semences. Elle peut durer de quelques semaines à plusieurs mois et mérite par conséquent une attention particulière. Plusieurs méthodes de conservation sont actuellement utilisées. Le grenier traditionnel est bien adapté à l'environnement du paysan et ne nécessite pas beaucoup d'investissement.

Conservation dans le grenier en zone de savane :

- bien nettoyer le grenier ;
- vérifier que le riz a été bien séché ;
- éviter tout mélange de variétés (stocker de préférence une variété par grenier) ; ouvrir le grenier de temps en temps pour permettre une bonne aération. Si nécessaire, utiliser des

Référence 9

La production de semence

insecticides pour éloigner les ravageurs. Des insecticides naturels peuvent être préparés à partir de matériaux locaux tels que : les feuilles de neem séchées, les écorces de caïlcédrat, le poivre noir, le piment, la menthe (thé africain), les cendres de différentes plantes insecticides.

En plus des greniers, d'autres moyens de conservation sont utilisés fréquemment. Il s'agit notamment de paniers, de caisses, de canaris, etc. Les semences peuvent aussi être conservées dans les sacs. Les précautions à prendre dans ce cas sont :

- vérifier que le paddy a été séché ;
- traiter les semences avec des insecticides. Des insecticides naturels (feuilles de neem ou de la menthe) peuvent être assez efficaces contre les termites et les foreurs de tiges ;
- déposer les sacs sur les palettes (morceaux de bois) pour assurer une bonne aération.

En cas de traitement des semences avec un insecticide chimique, demander à l'agent de développement local de recommander un produit. Les produits les plus utilisés sont l'Actellic 50, le Malathion et le Chlorpyrifos. Ces produits doivent être manipulés avec précaution.

Test de germination

Avant de procéder au semis, il est essentiel de s'assurer que les semences germent bien. Pour ce faire, il est recommandé de :

- placer une étoffe préalablement mouillée sur une assiette ;
- placer 100 graines sur l'étoffe ;
- couvrir les graines avec les bouts de l'étoffe ;
- placer l'assiette à l'ombre ;
- maintenir l'étoffe humide (ajouter de l'eau chaque fois que nécessaire).
- Au bout d'une semaine environ, déplier l'étoffe et compter le nombre de graines qui ont germé et survécu :
 - si plus de 80 graines ont germé, la semence est bonne et peut être semée ;
 - si moins de 80 graines et plus de 60 ont germé, la quantité de semences à utiliser à l'hectare doit être revue à la hausse ;
 - si moins de 60 graines ont germé, ne pas semer et trouver d'autres semences.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Bèye A.M., Jones M.P., 2002. Système semencier communautaire : cas de la riziculture traditionnelle. Guide du technicien. Collection ADRAO, Formation, Bouaké, Côte d'Ivoire.

Référence 10 Le choix variétal

Résumé

Le choix de la variété à cultiver est surtout fonction des contraintes spécifiques (telles que les maladies, la toxicité ferreuse, etc.), de la maîtrise de l'eau, et des objectifs de production (autoconsommation, commercialisation). Les nouvelles variétés de riz de l'ADRAO (NERICA) issues d'un croisement du riz africain (*O. glaberrima* Steud.) et du riz asiatique (*O. sativa indica* L.) auront un rôle important à jouer pour promouvoir le développement de la riziculture dans les bas-fonds. Il est important d'utiliser une méthode participative pour l'introduction des nouvelles variétés de riz dans le milieu paysan (PVS : sélection variétale participative).

Le choix de la variété à cultiver est surtout fonction des contraintes spécifiques (telles que les maladies, la toxicité ferreuse, etc.), de la maîtrise de l'eau, et des objectifs de production (autoconsommation, commercialisation). Il est fortement recommandé de consulter les systèmes nationaux de recherche en ce qui concerne les variétés homologuées dans votre pays. Un exemple pour la Côte d'Ivoire est donné dans le tableau 10.1.

Les nouvelles variétés de riz de l'ADRAO (NERICA) issues d'un croisement du riz africain (*O. glaberrima* Steud.) et du riz asiatique (*O. sativa indica* L.) auront un rôle important à jouer pour promouvoir le développement de la riziculture dans les bas-fonds et les systèmes irrigués. Ces variétés sont dotées d'une bonne capacité à lutter contre les mauvaises herbes, un aspect très important dans les bas-fonds et les périmètres irrigués, surtout si le riz est semé à la volée et en cas de manque d'eau. Les variétés NERICA sont des technologies très flexibles surtout quand elles sont introduites en milieu paysan en utilisant l'approche PVS (Sélection variétale participative ; Wopereis-Pura and Defoer, 2003).

Tableau 10.1. Les variétés homologuées en Côte d'Ivoire

Variété	Écologie	Hauteur (cm)	Durée (jours)	Caractéristiques
Bouaké189	Bas-fond	115	135	Rendement élevé
WITA 1	Bas-fond	115	130	Tolérance à la toxicité ferreuse, résistant à la pyriculariose; rendement élevé
WITA 3	Bas-fond	105	125	Tolérance à la toxicité ferreuse; rendement élevé
WITA 7	Bas-fond	115	130	Tolérance à la panachure jaune (RYMV); rendement élevé
WITA 8	Bas-fond	112	125	Tolérance à la panachure jaune (RYMV); rendement élevé
WITA 9	Bas-fond irrigué	95	120	Tolérance à la panachure jaune (RYMV); rendement élevé

Référence 10

Le choix variétal

Pour faire face à la large variabilité des facteurs spatio-temporels qui affectent le choix variétal des paysans, les services de recherche et développement doivent nécessairement impliquer les paysans dans la sélection des variétés afin de répondre à leurs préoccupations et demandes spécifiques.

Durant les six dernières années, l'ADRAO (le Centre du riz pour l'Afrique) a promu une méthodologie qui assure la participation entière des paysans dans le processus de sélection variétale, appelée : la sélection variétale participative des variétés (*Participatory Varietal Selection*, PVS). La PVS a été initiée en Côte d'Ivoire en 1996 et a été adoptée par les 17 pays membres de l'ADRAO depuis 1999. Il existe deux types de PVS : la PVS-recherche (PVS-R) et la PVS-vulgarisation (PVS-V).

La PVS-R est initiée et coordonnée par les chercheurs, en étroite collaboration avec les paysans et services de vulgarisation. La PVS-R permet aux paysans d'évaluer et de sélectionner des variétés spécifiquement adaptées à leurs conditions, en utilisant leurs propres critères de sélection. La PVS-R suit un cycle de trois ans. La première année, un jardin de variétés est installé avec 30 à 60 variétés. À différents stades de développement de la culture, les paysans sont invités à visiter et sélectionner les variétés qu'ils aimeraient cultiver dans leurs propres champs ; ils comparent les performances des différentes variétés sur la base de leurs propres critères d'évaluation. Lors de la deuxième année, les paysans reçoivent des semences de variétés qu'ils ont choisies eux-mêmes. Comme durant l'année 1, ils évaluent les variétés et sélectionnent celles qu'ils veulent continuer à cultiver. La troisième année, les paysans achètent les semences des variétés sélectionnées pour une deuxième année de culture sur leurs champs. La PVS-R implique normalement 40 à 60 paysans de 2 à 4 villages d'un site, représentatif d'une zone agro-écologique donnée.

La PVS-V quant à elle, est menée et coordonnée pendant deux ans par les services de vulgarisation, ONG ou organisations paysannes, en étroite collaboration avec les chercheurs impliqués dans la PVS-R. La PVS-V vise à valider les résultats de la PVS-R avec un plus grand nombre de paysans qui travaillent plus au moins sous les mêmes conditions. Les 3 à 4 variétés qui ont été les plus sélectionnées par les paysans de la PVS-R et les 10 principaux critères de sélection identifiés lors de PVS-R sont validés à travers la PVS-V. La PVS-V implique environ 500 paysans de 50 villages situés aux alentours du site PVS-R.

Le service technique chargé de l'homologation des variétés et le programme de multiplication communautaire et de promotion des semences (*community-based seed production system*; CBSS) sont étroitement liés à la PVS, afin d'assurer l'approvisionnement en semences des variétés sélectionnées (Tableau 10.2).

Tableau 10.2. PVS-R, PVS-V et CBSS dans le processus de création-diffusion de semences

	Création	PVS-R	PVS-V	Homologation	CBSS
Année 0	Variétés prometteuses				
Année 1		Jardin de variétés			
Année 2		1 ^{re} année paysan test			
Année 3		2 ^e année paysan test	3-4 variétés les plus sélectionnées en comparaison avec la variété locale	1 ^{re} année d'essai multi-local	Semences pré-bases (station)
Année 4			3-4 variétés les plus sélectionnées en comparaison avec la variété locale	2 ^e année d'essais multi-locaux-homologation	Semences de base (station)
Année 5					Début du programme CBSS

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Wopereis-Pura M.M., Defoer T., 2003. Participatory Variety Selection: Facilitators' guide, (draft version). WARDA, BP 2551, Bouaké, Côte d'Ivoire.

Référence 11 Les effets de la température sur le développement du riz

Résumé

La phénologie (la succession des stades de développement) du riz dépend entre autres de la température de l'air et de l'eau et de la photopériode (le nombre d'heures de soleil par jour) et n'est donc pas constante au cours d'une année. La phénologie est surtout fonction du choix variétal et de la date de semis. Une bonne connaissance du développement du riz est importante pour bien gérer un calendrier cultural, parce que les moments opportuns pour des interventions comme la fertilisation du sol ou le désherbage sont directement liés au stade de développement de la culture de riz. La température agit aussi de façon directe sur le rendement : des températures élevées à la floraison et des températures basses à l'initiation paniculaire peuvent entraîner la stérilité des grains.

La plante de riz se développe en trois phases (Référence 8): (i) la phase végétative qui va de la germination à l'initiation paniculaire ; (ii) la phase reproductive qui va de l'initiation paniculaire à la floraison et (iii) la phase de maturation qui va de la floraison à la maturité complète. La vitesse de développement n'est pas constante, mais fluctue en fonction de la température de l'air et de l'eau et de la photopériode (le nombre d'heures de soleil par jour), ceci est surtout vrai pour la phase végétative. Des températures froides durant la phase végétative ralentissent le développement du riz et allongent ainsi le cycle. Les variétés de riz sont caractérisées par une température de base, en dessous de laquelle le développement s'arrête complètement (T_{base}), une température optimale (T_{opt}) à laquelle la vitesse de développement est la plus élevée et au-dessus de laquelle la vitesse de développement reste relativement constante, et une « somme de jours de température » (T_{sum} , exprimée en $^{\circ}C \cdot \text{jours}$) qui est le cumul des unités thermiques nécessaires à la plante pour arriver à la floraison.

Tableau 11.1. L'effet de la température ambiante sur le développement d'une variété de riz (exemple simplifié et hypothétique)

Température ambiante constante ($^{\circ}C$)	T_{base} ($^{\circ}C$)	T_{opt} ($^{\circ}C$)	T_{sum} ($^{\circ}C \cdot \text{jours}$)	Nombre de jours pour arriver à la floraison
10	10	25	1000	-
20	10	25	1000	100
25	10	25	1000	66
30	10	25	1000	66

Le tableau 11.1 illustre le principe en supposant des températures ambiantes constantes. Pour une température de $10^{\circ}C$, la variété de riz dont la température de base (T_{base}) est inférieure ou égale à $10^{\circ}C$ ne se développe pas et n'atteindra donc jamais la floraison. Pour une température de $20^{\circ}C$, lorsque la somme des températures (T_{sum}) est égale à $1000^{\circ}C \cdot \text{jours}$, un total de $1000/(20-10) = 100$ jours est nécessaire pour arriver à la floraison. Pour une température de $25^{\circ}C$, le développement est

Référence 11

Les effets de la température sur le développement du riz

plus rapide : $1000/(25-10) = 66$ jours. Pour une température de 30°C , la vitesse de développement est la même que pour une température ambiante de 25°C . En réalité, la vitesse de développement ralentira, surtout pour des températures très élevées. La vitesse de développement du riz diminue également lorsque les jours s'allongent (effet de la photopériode) souvent au-delà de 11 heures environ par jour.

La température de l'air a aussi un effet direct sur le rendement. En général, les températures basses autour de l'initiation paniculaire peuvent causer une stérilité des épillets. Une température minimale de l'air de 18°C peut causer un début de stérilité. La stérilité atteint 100 % si la température minimale de l'air tombe en dessous de 16°C . Un effet de stérilité peut aussi se produire pour des températures élevées à la floraison. Le pourcentage de stérilité augmente de 0 à 100 % si la température moyenne de l'air augmente de 35°C à 45°C .

L'importance de la date de semis et du choix variétal sur le rendement et le développement du riz est illustrée avec les résultats d'un essai conduit à l'ADRAO à Mbé, Côte d'Ivoire en 2000 et 2001. Cinq variétés (Bouaké189, WITA9, WITA3, CK4 et Suakoko8) ont été repiquées chaque mois à partir du mois de décembre 2000 à novembre 2001, avec maîtrise de l'eau et fertilisation intensive. Les résultats de ces essais sur le rendement et la durée du cycle sont montrés dans les figures 11.1 et 11.2.

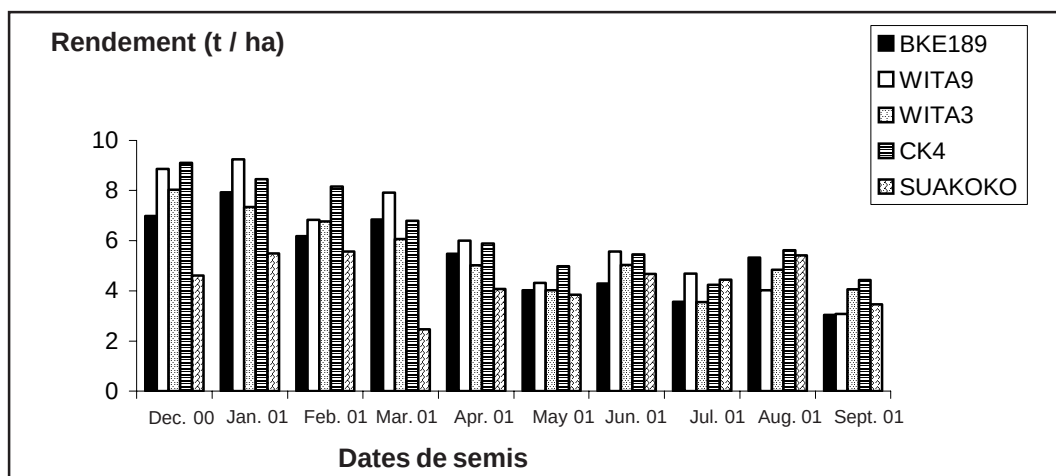


Figure 11.1. La variation en rendement pour cinq variétés de riz de bas-fond (Bouaké189, WITA9, WITA3, CK4 et Suakoko) en fonction de la date de semis. Essai « jardin de variétés », conduit à l'ADRAO, M'bé, Côte d'Ivoire

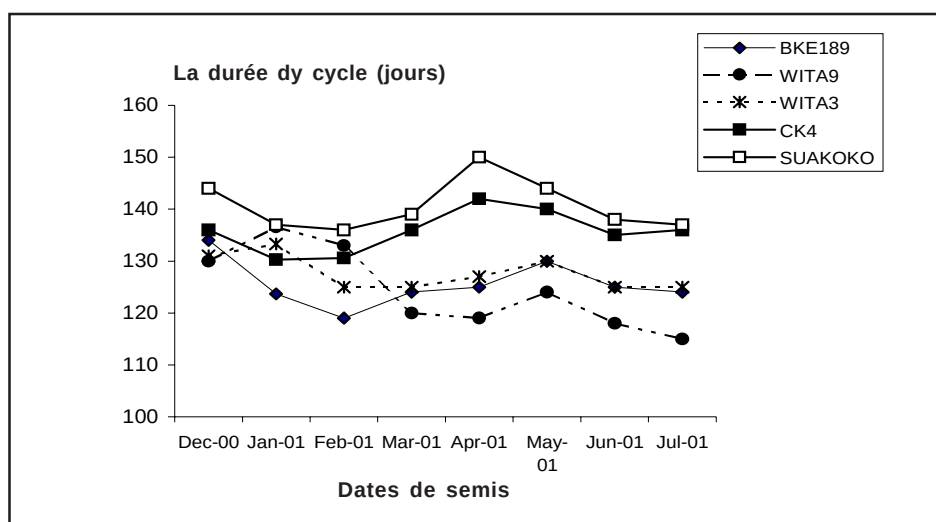
La figure 11.1 montre la grande variabilité en rendement en fonction de la date de semis et du choix variétal. Pour ce site expérimental, les meilleurs rendements sont obtenus en contre-saison pour les variétés WITA9 et CK4. La figure 11.1 montre l'importance d'une bonne connaissance de l'effet des dates de semis et du choix variétal sur les rendements. Les semis en septembre-novembre ne sont pas conseillés. Ces dates peuvent entraîner une baisse de rendement sous l'effet du froid vers la floraison.

Référence 11

Les effets de la température sur le développement du riz

L'effet de la date de semis sur la durée du cycle répartit les cinq variétés en deux groupes : Suakoko et CK4 d'un côté et WITA3, WITA9 et Bouaké189 d'un autre côté. Les deux premières variétés sont plus sensibles à la photopériode et leur développement ralentit quand les jours se rallongent. En décembre et janvier, l'harmattan et les faibles températures agissent sur le développement des plantes et rallongent leur cycle (Figure 11.2).

Figure 11.2. La variation du cycle pour cinq variétés de riz de bas-fond (Bouaké189, WITA9, WITA3, CK4, Suakoko8) en fonction de la date de semis. Essai « jardin de variétés », conduit à l'ADRAO, M'bé, Côte d'Ivoire



Pour Bouaké189, semée en juillet, le cycle en semis direct à la ferme expérimentale de l'ADRAO à Mbé en Côte d'Ivoire est d'environ 17 semaines, et environ 18 semaines en repiquage (Tableau 11.2). La période entre l'initiation paniculaire et la floraison couvre en général à peu près un mois. La période entre la floraison et la maturité couvre également un mois environ. En repiquage, la phase végétative de Bouaké189 dure donc environ 10 semaines, et environ 9 semaines en semis direct. La différence est due au choc de repiquage. En contre-saison, la phase végétative est allongée d'environ une à deux semaines à cause du froid.

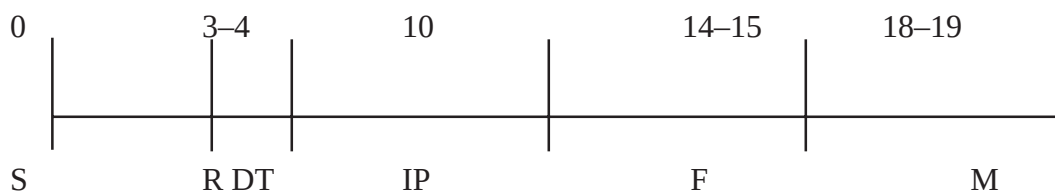


Figure 11.3. Illustration de la phénologie de Bouaké189 (en nombre de semaines) en repiquage, pour un semis en juillet, Mbé, Côte d'Ivoire. S : semis, R : repiquage ; DT : début tallage ; IP : initiation paniculaire ; F : floraison ; M : maturité

Référence 11

Les effets de la température sur le développement du riz

Tableau 11.2. Les stades de développement de Bouaké189, semée en juillet, M'bé, Côte d'Ivoire

Stades de développement de la plante	Nombre de jours après semis	Nombre de semaines après semis
Levée	3	
Début tallage	20	3
Mi-tallage	40	6
Initiation paniculaire	60	9
Montaison	80	11
Épiaison	85	12
Floraison	90	13
Maturité	120	17

Tableau 11.3. Les stades de développement de Bouaké189, repiqué en juillet, M'bé, Côte d'Ivoire

Stades de développement de la plante	Nombre de jours après semis	Nombre de semaines après semis
Levée	3	
Plantules repiquées	20	3
Début tallage	30	4
Mi-tallage	50	7
Initiation paniculaire	70	10
Montaison	90	13
Épiaison	95	13–14
Floraison	100	14–15
Maturité	130	18–19

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Matsuo T., Kumazawa K., Ishii R., Ishihara K., Hirata H., 1995. Science of the rice plant. Physiology, vol. II. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo.
- Sié M., Dingkuhn M., Wopereis M.C.S., Miezán K., 1998. Rice crop duration and leaf appearance rate in a variable thermal environment. I. Development of an empirically based model. *Field Crops Research* 57: 1-13.
- Sié M., Dingkuhn M., Wopereis M.C.S., Miezán K., 1998. Rice crop duration and leaf appearance rate in a variable thermal environment. Part II. Comparison of genotypes. *Field Crops Research* 58: 129-140.
- Sié M., Dingkuhn M., Wopereis M.C.S., Miezán K., 1998. Rice crop duration and leaf appearance rate in a variable thermal environment. Part III. Heritability of photothermal traits. *Field Crops Research* 58: 141-152.
- Yoshida S., 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Manila, Philippines, 269 pp.

Référence 12 La préparation du champ avant le démarrage de la campagne rizicole

Résumé

Une campagne rizicole nécessite une bonne préparation du champ. Les options incluent le défrichage/désherbage, la pré-irrigation, le premier et le deuxième labour et le planage. L'intérêt de ces opérations est expliqué plus en détail dans cette référence.

L'objectif principal de la préparation du champ est de créer un environnement favorable pour la germination et la croissance de la plante. Une bonne préparation permet de :

- améliorer la structure du sol (aération, perméabilité et ameublissement de la zone racinaire) pour une bonne pénétration des racines ;
- améliorer la topographie du terrain pour faciliter l'irrigation et le drainage ;
- répartir et incorporer la matière organique dans le sol ;
- obtenir une bonne efficacité des engrais minéraux apportés ;
- contrôler les adventices.

Les opérations

La préparation du champ peut inclure plusieurs opérations. Ces opérations ne sont que des options. Par exemple, dans des bas-fonds non aménagés le « zéro-labour » est souvent pratiqué, ce qui consiste en un défrichage et une inondation de la parcelle pendant 1 à 2 mois avant le repiquage, sans labour ni planage.

Nettoyage de la parcelle

Le nettoyage consiste à couper les mauvaises herbes, à les empiler sur les digues ou à les répartir sur la parcelle.

Pré-irrigation

La pré-irrigation consiste à inonder la parcelle durant 2 à 3 jours avant le premier labour pour imbiber le sol et rendre le labour plus aisé.

Premier labour

Le labour peut s'effectuer à la main, avec une houe traditionnelle, un tracteur ou une charrue avec traction animale. Un bon labour doit répondre aux conditions suivantes :

- la profondeur se situe entre 10–15 cm. Un labour superficiel ne favorise pas un bon développement des plantes, tandis qu'un labour trop profond risque d'enfouir trop profondément les éléments nutritifs qui ne peuvent plus être absorbés facilement par les racines ;
- le premier labour doit être effectué quelques semaines avant le semis, pour permettre une décomposition de la matière organique enfouie.

Référence 12

La préparation du champ avant le démarrage de la campagne rizicole

Inondation de la parcelle

Après le labour, la parcelle est entièrement inondée durant 2 à 3 semaines ce qui aidera à tuer les insectes nuisibles qui étaient restés dans la végétation et à décomposer les mauvaises herbes. Les graines des mauvaises herbes peuvent également germer durant cette période et seront détruites lors du deuxième labour. Pour les sols déficients en phosphore, il est conseillé d'appliquer un engrais contenant du phosphore (Référence 15) juste avant le second labour. L'application de compost ou de toute autre matière organique pourrait vous aider à pallier aux déficiences en nutriments (Référence 15).

Deuxième labour

Le deuxième labour permettra de faire un bon mélange entre l'eau et le sol (la mise en boue) et de bien répartir les résidus en décomposition. Les jeunes plantes de mauvaises herbes seront également enlevées.

Planage

Le planage facilite la gestion de l'eau et le contrôle des adventices. Le planage se fait généralement en deux phases :

- un premier planage grossier pour décaper, au jugé, les parties élevées de la parcelle qui seront déposées sur des zones basses ;
- un deuxième planage plus fin, après le labour et la mise en eau.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- ADRAO/SAED, 2000. Manuel pratique pour la riziculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal. Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO), St-Louis, Sénégal / Société nationale d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et de la vallée du fleuve Sénégal et de Falémé (SAED), St-Louis, Sénégal.
- IRRI, 1970. Rice production manual. The International Rice Research Institute, Los Baños, The Philippines.
- WARDA, 1979. Rice production manual. Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO), Bouaké, Côte d'Ivoire.

Référence 13 La pépinière

Résumé

Une bonne pépinière produit des plantules de riz vigoureuses. Cette référence présente l'installation et la gestion d'une pépinière, du trempage de la semence jusqu'à l'enlèvement des plantules pour le repiquage.

En riziculture de bas-fonds, la maîtrise de l'eau fait souvent défaut. C'est la raison principale pour laquelle la quasi-totalité des champs de riz de bas-fonds est repiquée. Un soin particulier doit être donné à l'installation et à la gestion de la pépinière. Une bonne gestion garantit des plantules vigoureuses, un avantage important pour faire face aux problèmes d'inondation, d'attaques d'insectes, à la compétition avec des mauvaises herbes, etc. Les différentes étapes qui mènent à la bonne conduite d'une pépinière sont présentées ci-dessous.

La pré-germination de la semence

La pré-germination a pour objectif de déclencher le processus de germination. Elle se fait en deux phases, le trempage et l'incubation. Le *trempage* consiste à imbiber d'eau les semences contenues dans un sac en tissu ou en jute, pas trop serré, pendant 24 heures. Le trempage permet à la graine d'absorber la quantité d'eau nécessaire pour déclencher la germination. L'*incubation* consiste à garder les semences retirées de l'eau, dans un endroit aéré, à une température voisine de 30 °C, jusqu'à la germination. En général 24 à 36 heures d'incubation (selon les saisons) suffisent.

La préparation du sol de la pépinière

Les sols de la pépinière se préparent de la même manière que les sols de la rizière, mais avec un peu plus de soins. Il faut choisir des sols moins argileux pour faciliter l'enlèvement des plantules, mais éviter les sols trop sableux pour que les plantules ne se dessèchent pas trop vite. Si l'on est contraint d'utiliser des sols argileux, il est conseillé d'étaler une mince couche de sable (1 cm) sur le lit de semence après semis afin de faciliter l'enlèvement des plants.

Après une mise en boue et un planage parfait, le terrain est découpé en planches rectangulaires, de 1 m de large et 10 m de long. Les planches doivent être surélevées de 5 à 10 cm de préférence et séparées

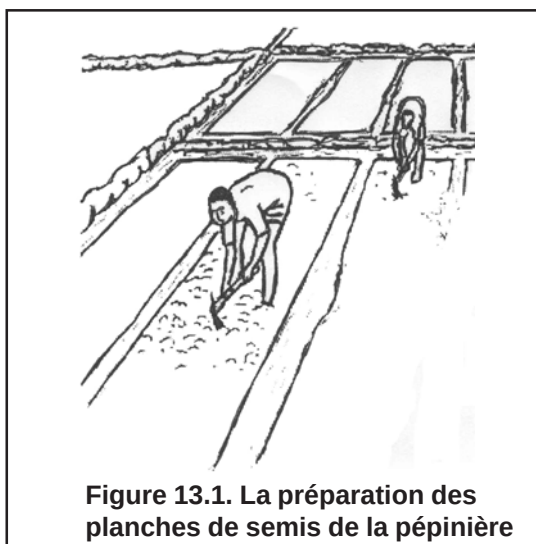


Figure 13.1. La préparation des planches de semis de la pépinière

Référence 13

La pépinière

par des canaux d'irrigation. Les canaux (30 à 40 cm) serviront de passage au semeur et constitueront une barrière contre certains déprédateurs.

L'emplacement de la pépinière

La pépinière doit être installée dans un endroit accessible et ensoleillé, proche des champs et du point d'eau, à l'abri des animaux et des oiseaux granivores. L'installation d'une pépinière à l'ombre des arbres est fortement déconseillée, parce que les plantules deviennent très chétives.

La densité de semis

Les plants à repiquer doivent être vigoureux. Pour cela, une densité appropriée est recommandée, soit à peu près 0,2 kg de semences par m². Un total de 50 m² de pépinière (5 planches de 10 m²), soit 10 kg de semences sont nécessaires pour repiquer un casier d'un quart d'hectare (2500 m²).

Pour obtenir une bonne densité à la levée, les mesures suivantes doivent être observées :

- s'assurer que les semences sont de bonne qualité (test de germination) ;
- installer la pépinière sur un sol approprié, bien labouré et bien plané ;
- au moment du semis, il est important de jeter avec force les graines sur le lit de semis, pour bien les fixer dans la boue, afin d'éviter qu'elles soient emportées par les eaux d'irrigation ;
- assurer une bonne gestion de l'irrigation et protéger contre les oiseaux granivores, les animaux et autres déprédateurs.

L'âge des plantules

L'âge des plantules à repiquer dépend de la saison et des conditions du casier. En général il est recommandé de repiquer des plantules âgées de 2 à 3 semaines en hivernage, parce que les conditions climatiques permettent un développement rapide des plants. En contre-saison cependant, des plantules âgées de 3 à 5 semaines sont recommandées pour le repiquage, du fait du retardement de la croissance des plants par le froid. Dans des conditions de non maîtrise de l'eau et du planage, ce qui est souvent le cas dans les bas-fonds non aménagés, il est aussi conseillé de repiquer des plants âgés de 4 à 5 semaines, pour prévenir des cas de submersion.

La gestion de l'eau dans la pépinière

Il est important que la pépinière ne se dessèche pas. Un excès d'eau aboutit cependant à des plants chétifs et trop hauts. Une submersion prolongée peut entraîner la mort des plantules. Les canaux

Référence 13

La pépinière

d'irrigation qui ceinturent les planches de semis permettent de drainer les pépinières tout en maintenant une certaine humidité. Dans le cas des bas-fonds aménagés avec maîtrise de l'eau, l'irrigation de la pépinière peut être conduite de la manière, suivante :

- semer sur sol drainé. (ne remettre l'eau qu'après 2 ou 3 jours, pour permettre aux racines de bien se fixer dans le sol) ;
- maintenir une lame d'eau de 2 à 3 cm jusqu'au dixième jour ;
- drainer la parcelle pendant 24 à 48 heures ;
- relever progressivement la lame d'eau jusqu'à l'arrachage (5 cm).

En contre-saison, il est conseillé de drainer souvent le soir, pour ne pas trop exposer les jeunes plantules aux basses températures, nocturnes, de l'eau. L'irrigation est reprise, le lendemain matin, assez tard, de manière à ce que les plantules puissent profiter des radiations solaires.

Lorsque la pépinière est installée dans un endroit où il n'y a pas de possibilité d'irrigation, on peut toujours utiliser des arrosoirs. Il s'agira de maintenir le sol humide jusqu'à la levée (3 à 4 jours) et augmenter progressivement le nombre d'arrosoirs. Généralement dans ce cas de figure un désherbage manuel s'impose, il devra se faire environ une dizaine de jours après semis.

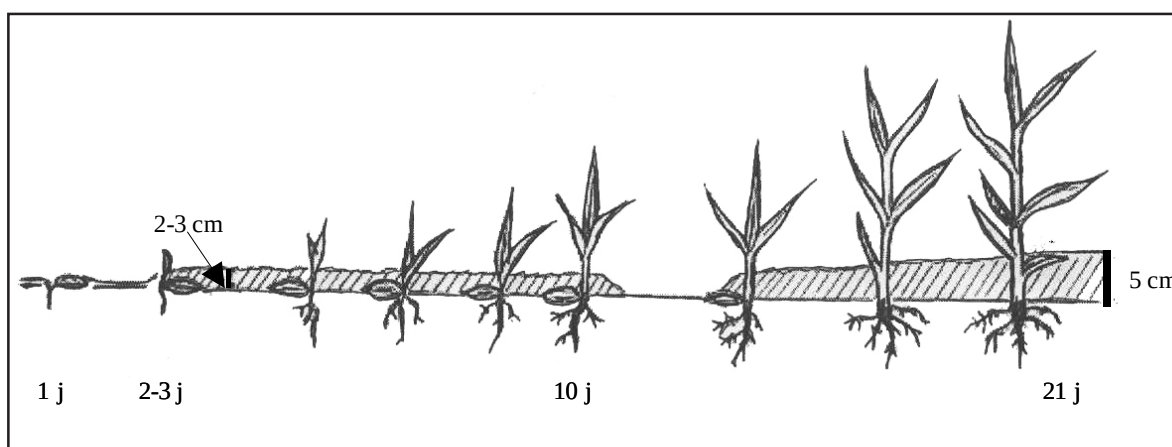


Figure 13.2. Gestion de l'eau au niveau de la pépinière

La fertilisation de la pépinière

Dans les conditions de sols pauvres, ou en saison sèche chaude où les plants ont une croissance moins rapide, il est recommandé d'apporter en couverture, une faible fumure azotée, environ deux semaines après semis (environ 10 g d'urée par m²).

L'enlèvement des plantules

L'arrachage de la pépinière est une opération délicate et extrêmement importante pour ne pas être confiée à des enfants (ce qui est souvent le cas) ou à une main-d'œuvre extérieure rémunérée (toujours pressée de finir le travail). Les dommages sur les racines, engendrés par une mauvaise pratique, peuvent diminuer le rendement, ou nécessiter le remplacement des plantules manquantes.

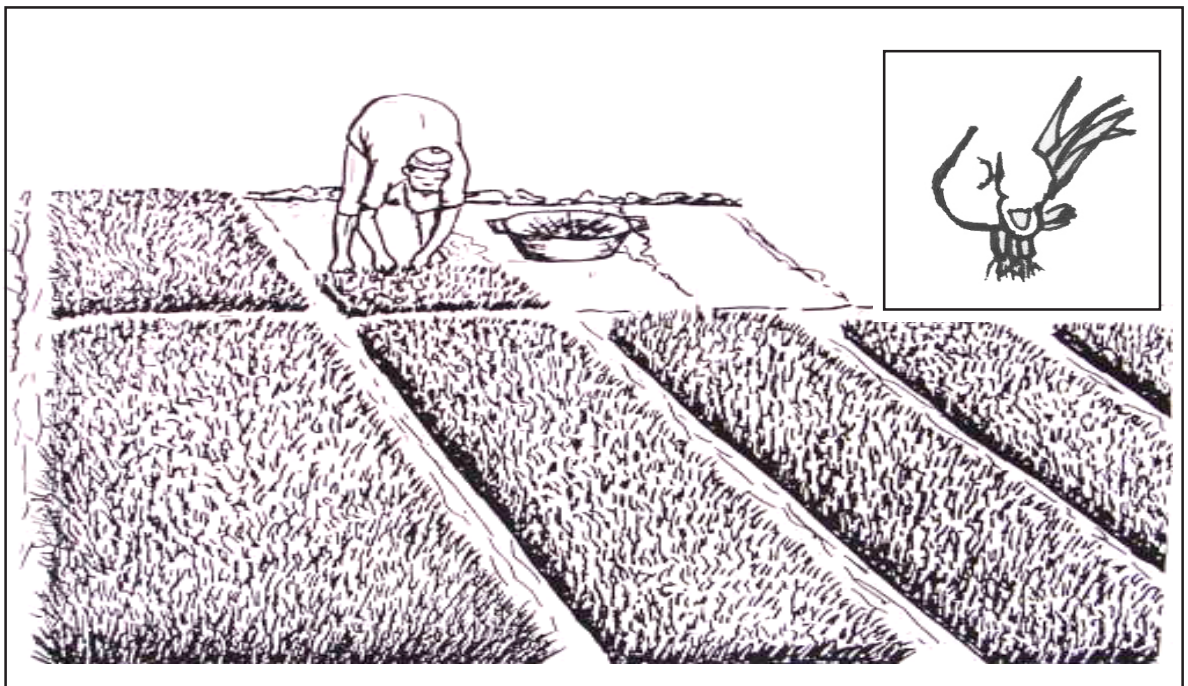


Figure 13.3. L'enlèvement des plantules pour procéder au repiquage

Il faut enlever les plants sous une lame d'eau et adopter la technique suivante pour éviter des dégâts :

- tenir entre le pouce et l'index 2 ou 3 brins de riz de manière à obtenir la position de l'index presque perpendiculaire aux plantules et le pouce parallèle à ces dernières ;
- exercer une faible pression vers le bas avant de tirer lentement vers soi. Prendre soin de tenir les plantules à la base.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Yoshida S., 1981. *Fundamentals of rice crop science*. International Rice Research Institute, Manila, Philippines, 269 pp.

Référence 14 Les éléments nutritifs

Résumé

Cette référence fait le point sur les éléments nutritifs qui sont importants pour le riz et sur les symptômes de carence en azote, phosphore, potassium et zinc. Avec la référence 3, elle sert de documentation de base pour la référence 15 sur la gestion intégrée de la fertilité du sol.

Les nutriments essentiels

Les plantes ont besoin de la radiation solaire (la lumière), de l'eau et des nutriments pour leur croissance. Ces nutriments se trouvent dans le sol ou proviennent de l'air ou de l'eau (la solution du sol). En général 18 éléments nutritifs sont essentiels pour une croissance normale et/ou un développement complet.

Il existe des nutriments majeurs (qui se trouvent dans au moins 0,1 % de la matière sèche de la plante) et des micro-éléments (qui se trouvent dans moins de 0,1 % de la matière sèche de la plante). Le nutriment majeur provenant de l'air est le carbone (C). L'hydrogène (H) provient de l'eau et l'oxygène (O) de l'eau et de l'air. Ces éléments C, H et O sont transformés par la photosynthèse (le moteur de la croissance de la plante) en hydrates de carbone pour la plante. Les nutriments majeurs provenant du sol sont les suivants :

- azote (N) ;
- phosphore (P) ;
- potassium (K) ;
- calcium (Ca) ;
- magnésium (Mg) ;
- soufre (S).

Les micronutriments essentiels provenant du sol sont : fer (Fe), manganèse (Mn), bore (Bo), zinc (Zn), cuivre (Cu), chlore (Cl), cobalt (Co), molybdène (Mo), nickel (Ni).

Tous ces éléments ont un rôle important à jouer dans la plante. Nous traiterons trois éléments majeurs l'azote, le phosphore, le potassium, et quelques micro-éléments, notamment le fer et le zinc. En général, dans les bas-fonds l'élément le plus limitant pour la croissance du riz est l'azote, suivi du phosphore puis du potassium.

L'azote

L'azote est incontestablement l'élément nutritif le plus important en riziculture. Elle est absorbée en grande quantité par la plante, et agit sur la croissance, le développement, le rendement et la qualité du grain. Elle est présente dans le sol, mais souvent en quantité insuffisante. Le plant de riz a besoin

Référence 14

Les éléments nutritifs

d'azote durant pratiquement toute la durée de son cycle, mais surtout au début du tallage et à l'initiation paniculaire. L'azote s'accumule d'abord dans les feuilles (phase végétative) puis migre vers les panicules et les grains (phase de maturation). À la maturation, 75 % de l'azote assimilée se retrouve dans les graines.

L'azote est essentiel pour un développement normal de la plante. Sa carence induit un rabougrissement des plantes et un jaunissement uniforme des feuilles.

L'azote est un élément très mobile. Deux à trois jours après l'application d'un engrais azoté les feuilles de la plante de riz prennent une coloration verte. L'excès d'azote induit une plus grande sensibilité des plantes aux maladies et pour les variétés à paille haute, il peut conduire à la verse. À cause de sa mobilité importante, l'azote est facilement perdu pour la plante. Le lessivage avec les pluies ou par l'eau stagnante dans la parcelle peut amener l'azote plus en profondeur dans le sol, hors de la portée des racines. L'azote peut aussi se transformer en état gazeux (surtout sur des sols alcalins à un pH élevé) ou se fixer dans le sol (par une capture par des micro-organismes pour la décomposition de la matière organique).

Après une période de sécheresse, des pluies peuvent entraîner un démarrage rapide de la décomposition de la matière organique dans le sol. Ceci peut causer un mouvement important d'azote du plateau vers le bas-fond. Il a été estimé que ce flux d'azote peut évacuer jusqu'à 80 kg N ha⁻¹, une perte importante pour le plateau. Les cultures en zone hydromorphe (par exemple l'arboriculture, les bananes ou plantains) ou bas-fond (le riz) profitent de ce phénomène.

La teneur en azote dans le sol peut être estimée en observant sa couleur, sa texture et sa structure. Un sol argileux, avec une couleur foncée et une bonne structure, avec une grande activité biologique (présence de vers de terre) a, dans la plupart des cas un bon niveau d'azote.

Le phosphore

Le phosphore est normalement appliqué comme engrais de fond pendant la préparation du sol (Référence 12). L'effet du phosphore après son application n'est pas visible comme celui de l'azote. Cependant, il est démontré que le phosphore joue un rôle important dans le processus physiologique de la plante. Le phosphore stimule l'enracinement, équilibre le tallage, stimule la fécondation et raccourcit la maturation. Il stimule la reprise après un stress (attaque de rongeurs, froid etc.). La carence en phosphore peut limiter les rendements. Les symptômes d'une carence en phosphore se manifestent par une coloration vert foncé des feuilles et une réduction du tallage. Le développement de la plante est retardé et très hétérogène. Dans la plupart des sols de bas-fonds le phosphore est souvent présent en quantité non négligeable.

Le phosphore n'est pas mobile et n'est pas perdu facilement comme le N. L'application de P est souvent un investissement dans la fertilité du sol, qui donnera des résultats pour les années à venir. Avec de la matière organique, le P peut devenir plus mobile.

Référence 14

Les éléments nutritifs

Le potassium

Comme le phosphore, l'application du potassium n'a pas d'effet visible immédiat. Cependant, son rôle de coordonnateur de l'activité biochimique du phosphore et de l'azote est connu. Le potassium joue un rôle important dans la synthèse, la transformation et le transport des hydrates de carbone vers les grains. C'est pourquoi sa carence se ressent par un faible poids des grains. Le potassium joue également un rôle important dans la résistance à un certain nombre de stress dont la sécheresse, les insectes et maladies. Les symptômes d'une carence en potassium se manifestent par une coloration vert foncé des feuilles et un jaunissement des bordures des feuilles avec des petites taches brunes. Les symptômes apparaissent d'abord sur les vieilles feuilles et progressent de la bordure de la feuille vers le centre. La coloration des vieilles feuilles change du jaune vers le brun, les bordures et le bout de la feuille deviennent secs. Si la carence persiste, les jeunes feuilles sont affectées. Le potassium est un élément mobile dans le sol.

Les micro-éléments

Les engrais minéraux sont appliqués pour satisfaire les besoins de la plante en éléments majeurs que constituent l'azote, le phosphore et le potassium. Ces éléments majeurs ne se trouvent pas en général dans le sol en quantités suffisantes et mobilisables par les plantes. Par contre les micro-éléments, sont généralement présents dans le sol, à des quantités supérieures aux besoins des plantes ; parmi les plus communs on peut citer, le calcium, le magnésium, le fer, le manganèse. La carence ou l'excès d'approvisionnement en micro-éléments induit des désordres physiologiques, mais ces phénomènes sont rarement observés, sauf dans le cas de la toxicité ferreuse (Référence 4).

Le zinc

Le zinc joue un rôle important dans des processus biochimiques dans la plante, entre autres pour la production de chlorophylle. La carence en zinc est très souvent rencontrée en riziculture de bas-fond ou en riziculture irriguée, surtout sur des sols riches en calcaire. Elle se manifeste par l'apparition de taches brunes sur les jeunes feuilles 2 à 4 semaines après le repiquage en produisant des poches de faible production au champ. Dans les cas de carence sévère de zinc, le tallage est faible et le développement de la plante est ralenti. Les sols riches en calcaire avec un taux en matière organique assez élevé (> 1,5 %) sont susceptibles d'avoir des problèmes de carence en zinc. Les symptômes sont assez similaires aux symptômes de la toxicité ferreuse, mais se rencontrent sur des sols acides, riches en matière organique.

Application de Zinc

Une application de 5 à 10 kg de Zn ha⁻¹, comme sulfate, oxyde ou chlorate de Zn, sous forme d'engrais de fond est souvent suffisant. Le Zn peut être appliqué en pulvérisation sur les feuilles après repiquage. On peut aussi plonger les racines dans une solution de Zn avant le repiquage. Si le zinc est appliqué comme engrais de couverture il est conseillé de mélanger le produit avec du sable pour une application plus homogène.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Dobermann A., Fairhurst T., 2000. Rice. Nutrient disorders and nutrient management. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC), and International Rice Research Institute (IRRI), DAPO Box 777, Metro Manila, Philippines. ISBN 981-04-2742-5, 191 pp.
- Fairhurst T., Witt C. (Editors), 2002. Rice. A practical guide to nutrient management. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC), and International Rice Research Institute (IRRI), DAPO Box 777, Metro Manila, Philippines. ISBN 981-04-5758-8, 89 pp. + appendices.
- Matsuo T., Kumazawa K., Ishii R., Ishihara K., Hirata H., 1995. Science of the rice plant. Physiology, vol. II. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo.
- Yoshida S., 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Manila, Philippines, 269 pp.

Référence 15 La gestion intégrée de la fertilité du sol

Résumé

La gestion intégrée de la fertilité du sol vise l'utilisation optimale et durable des réserves en nutriments dans le sol, des engrais minéraux et des amendements organiques. Dans cette référence il est expliqué comment calculer les besoins en engrais minéraux et/ou amendements organiques pour atteindre des rendements ciblés en fonction de la capacité du sol de fournir des nutriments (principalement : azote, N ; phosphore, P ; potassium, K) et en tenant compte du rendement potentiel (déterminé par le choix variétal, la date de semis et le climat). Les analyses chimiques de la fertilité du sol sont rarement effectuées en milieu paysan et la relation entre ces analyses et la croissance du riz, est souvent médiocre, surtout pour l'azote. Dans cette référence une autre méthode est utilisée pour déterminer la capacité du sol à fournir des nutriments. Le rendement du riz obtenu sur une mini-parcelle bien gérée en général, mais sans application d'un nutriment (par exemple, sans N, P ou K) est considéré comme indicateur de la capacité du sol à fournir ce « nutriment manquant ». Un gain en rendement de 1 t ha⁻¹ demande une consommation de 15 kg N ha⁻¹, 6 kg P₂O₅ ha⁻¹ et 18 kg K₂O ha⁻¹ par la culture de riz à la maturité. Une fertilisation équilibrée nécessite donc une application de 50 kg N ha⁻¹, 30 kg P₂O₅ ha⁻¹ et 60 kg K₂O ha⁻¹ pour un gain de rendement de 1 t ha⁻¹, en se basant sur des taux de recouvrement des engrais appliqués de 30 % pour N et K et de 20 % pour P. Le taux de recouvrement fait référence au pourcentage de fertilisant effectivement consommé par la plante par rapport à la quantité apportée. Ces relations sont approximatives et valables pour des rendements qui ne dépassent pas 70 à 80 % du rendement potentiel. Pour des rendements ciblés, plus élevés, il faudra appliquer plus de nutriments pour le même gain en rendement, et ceci n'est pas rentable. Les pertes en azote sont irréversibles, et il est donc très important d'augmenter le taux de recouvrement. Le taux de recouvrement de l'azote est très fortement lié à la gestion de la culture en général. Dans cette référence des consignes sont données pour améliorer ce taux de recouvrement. Pour le P et le K, les pertes sont beaucoup moins importantes (le P et le K seront absorbés par le sol), et des arrières-effets des engrais appliqués sont souvent ressentis les années suivantes. Des amendements organiques peuvent remplacer dans une certaine mesure les engrais minéraux, mais il faudra appliquer des quantités importantes à cause de leur faible teneur en nutriments. Cependant, l'application conjointe des engrais minéraux et des amendements organiques aboutit souvent à des effets synergiques, augmentant à long terme la capacité du sol à fournir des nutriments, et dans certains cas le taux de recouvrement des engrais minéraux.

La fertilité du sol dépend de son origine (sols alluviaux, sols développés sur des différents types de roche mère), sa texture, sa structure, sa teneur en matière organique et de la gestion de cette fertilité par le producteur dans le passé. Un bon indicateur pour la fertilité d'un sol est sa couleur. Des sols avec des couleurs foncées sont en général riches en matière organique. Les sols rouges, caractéristiques pour une bonne partie de l'Afrique subsaharienne sont en général acides et très pauvres en matière organique.

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

La capacité de rétention des nutriments nécessaires à la plante varie selon le type de sol. Pour un sol argileux, cette capacité est importante et il peut libérer ces éléments nutritifs au fur et à mesure aux racines de la plante, parce qu'il contient beaucoup de particules très fines, avec une surface relative par gramme de sol très importante. Par contre un sol sableux a une capacité très faible de rétention des nutriments. Il n'est donc pas conseillé d'appliquer des doses importantes d'engrais sur des sols sableux à cause des pertes importantes.

Pour un sol argileux, cette capacité est importante et il peut libérer ces éléments nutritifs progressivement. La teneur en matière organique est également importante. Une teneur faible en matière organique a un effet néfaste sur la structure du sol et augmente les risques d'érosion. Un sol riche en matière organique retient mieux l'eau et est une source importante de nutriments pour la plante. Les nutriments qui sont facilement accessibles pour la plante se trouvent soit dans la solution du sol, soit sont adsorbés (retenus, concentrés en surface) par la matière organique bien décomposée ou par les particules d'argile. La surface de cette matière organique bien décomposée et la surface des particules d'argile composent ensemble *le complexe d'échange*. Les nutriments adsorbés par ce complexe d'échange constituent un stock de nutriments facilement accessibles pour la plante. Ce stock est alimenté par des réserves importantes de nutriments, difficilement accessible aux plantes.

Avec une surface relative par gramme de sol très importante. Améliorer la teneur en matière organique ne peut être fait au bout d'une ou de deux campagnes, c'est un projet à long terme. Améliorer la texture d'un sol demande de gros moyens et est souvent quasiment impossible.

Pour la plupart des agriculteurs en Afrique subsaharienne, la gestion de la fertilité du sol est un facteur déterminant pour le maintien ou l'augmentation de leurs rendements et de leurs revenus. La façon de gérer cette fertilité non seulement peut déterminer le rendement de la campagne actuelle, mais elle peut aussi avoir un impact très significatif sur les rendements futurs.

Le stock de nutriments dans le sol peut être enrichi ou appauvri par des pratiques culturales d'un agriculteur. Par exemple, l'incorporation des résidus de récolte et l'application des engrais enrichissent le sol en nutriments, tandis que la récolte enlève des nutriments. Il existe donc des cycles de nutriments dans le sol qui peuvent être en équilibre ou en déséquilibre. Sans l'intervention de l'homme, ces cycles de nutriments dans le sol sont en général en équilibre. Mais en réalité ce genre de situation est rare. L'intervention de l'homme, par exemple l'introduction des engrais minéraux ou l'augmentation de l'intensité culturale (deux cultures par an sur le même champ au lieu d'une culture) nécessite une réflexion sur la gestion de la fertilité du sol pour éviter que les cycles de nutriments dans le sol deviennent instables. Cette instabilité se traduit en une baisse de fertilité et plus tard en une baisse de rendement.

En Afrique subsaharienne les paysans sont souvent obligés de fragiliser leurs terres : ils en tirent plus de nutriments qu'ils n'en retournent. Sur les plateaux, la pratique du défriche brûlis pour faciliter la mise en culture d'un champ réduit la teneur en carbone du sol et peut lessiver des quantités importantes d'autres nutriments avec les premières pluies. Les producteurs sont ensuite souvent obligés d'utiliser la

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

même parcelle pendant plusieurs années sans intrant. Avec chaque récolte des nutriments sont donc évacués du champ sans être remplacés. Une pratique pour améliorer la fertilité du sol est de laisser la parcelle pendant un certain temps en jachère. Malheureusement, cette pratique devient de moins en moins fréquente en Afrique, où les paysans sont obligés d'intensifier l'utilisation de leurs terres, souvent sans compenser les pertes de nutriments provoquées. L'exportation excessive de nutriments sans compensation entraîne à long terme un déséquilibre de nutriments dans le sol. Les sols dans les bas-fonds sont en général plus robustes et plus fertiles que les sols des plateaux mais une mauvaise gestion de la fertilité du sol peut provoquer des carences en nutriments à long terme de ces sols.

Il a été estimé que pendant les 30 dernières années, en moyenne 22 kg d'azote, 15 kg de potassium et 2,5 kg de phosphore ont été perdus par hectare chaque année sur 200 millions d'hectares de terres cultivées en Afrique subsaharienne (en excluant l'Afrique du Sud). Ce bilan négatif a pour effet l'appauvrissement des sols et la réduction de la production agricole.

Les réserves en nutriments dans le sol

Les réserves en azote. Ces réserves peuvent être importantes, mais elles ne sont pas facilement disponibles pour la plante. L'azote devient disponible par la minéralisation (décomposition) de cette matière organique par des micro-organismes dans le sol. L'azote disponible pour la plante se trouve soit dans la solution du sol, soit adsorbés sur le *complexe d'échange* argile – matière organique.

Encadré 15.1 Comment estimer les réserves en azote dans le sol

Pour des sols légers, le poids d'un litre de sol bien sec est à peu près 1,5 kg. Des sols argileux sont plus lourds : à peu près 1,7 kg par litre de sol bien sec. Le volume de sol sur 1 ha de 0,2 m de profondeur est :

$10\,000\text{ m}^2 \times 0,2\text{ m de profondeur} = 2\,000\text{ m}^3\text{ de sol, ou}$

$2\,000 \times 1\,000\text{ l} = 2\,000\,000\text{ l}$

Ce volume est équivalent à $2\,000\,000 \times 1,5\text{ kg de sol} = 3\,000\,000\text{ kg}$. Un sol avec un bon niveau d'azote contient à peu près 0,1 % d'azote, donc 1 ha contient environ $3\,000\,000\text{ kg} \times 0,1/100 = 3\,000\text{ kg d'azote}$. Les réserves dynamiques représentent environ 50 %, soit environ 1 500 kg. Seulement environ 2 % de ces réserves dynamiques sont directement disponibles pour la plante.

Estimation des réserves d'azote (N) dans la zone racinaire du sol (profondeur : 0,2m)

Niveau d'azote dans le sol	% N	Disponible pour la plante (kg ha ⁻¹)	Les réserves dynamiques (kg ha ⁻¹)	Les réserves inertes (kg ha ⁻¹)
Bon	> 0,1	> 30	> 1 500	1 500
Moyen	0,05–0,1	15–30	750–1 500	750–1 500
Pauvre	< 0,05	< 15	< 750	< 750

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

Les réserves en P se trouvent surtout dans la matière organique et sont fixées par des oxydes d'aluminium et de fer dans le sol.

Encadré 15.2 Comment estimer les réserves en phosphore dans le sol

Supposons que nous utilisons le même sol qu'en encadré 15.1. Si l'analyse au laboratoire nous donne un taux de P déterminé par la méthode de Bray de 6 mg kg^{-1} , un total de $3\,000\,000 \times 6 = 18\,000\,000 \text{ mg}$ de P est disponible pour la plante par hectare, soit 18 kg de P par hectare. Les réserves totales dans le sol sont beaucoup plus importantes. Si l'analyse de P-total au laboratoire indique 800 mg kg^{-1} , les réserves totales sont environ $2\,400 \text{ kg ha}^{-1}$.

Estimation des réserves de phosphore (P) dans la zone racinaire du sol (profondeur: 0,2m)

Niveau de P dans le sol	P-Bray		P-total	
	Analyse au laboratoire (mg/kg)	Disponible pour la plante (kg/ha)	Analyse au laboratoire (mg/kg)	Réserves totales (kg/ha)
Bon	> 25	> 75	> 800	> 2 400
Moyen	6–25	18–75	200–800	600–2 400
Pauvre	3–6	9–18	100–200	300–600
Très pauvre	< 3	< 9	< 100	< 300

Les réserves en K dépendent surtout du type de sol et des types de minéraux présents. Les réserves en K sont en général considérables, surtout pour les sols argileux. Le potassium disponible est la somme de K dans la solution du sol et le K adsorbé par le complexe d'échange. Les sols sableux sont beaucoup plus pauvres en K que les sols argileux.

Encadré 15.3 Comment estimer les réserves en potassium dans le sol

Supposons que nous utilisons le même sol qu'en encadré 15.1. Si l'analyse au laboratoire nous donne un taux de K échangeable de $0,10 \text{ cmol kg}^{-1}$, il faudra d'abord, convertir cmol en grammes. C'est possible en utilisant le poids atomique de K (39) : 1 mol de K est équivalent à 39 grammes, et donc 1 cmol de K est équivalent à 0,9 grammes. Un taux de $0,10 \text{ cmol/kg}$ de K échangeable représente pour ce sol une quantité de $3\,000\,000 \times 0,1 \times 0,39/1\,000 = 117 \text{ kg}$ de K ha^{-1} . Les réserves en K sont en général beaucoup plus importantes, mais peuvent être très variables.

Estimation de la quantité de potassium (K) disponible pour la plante (K échangeable) dans la zone racinaire du sol (profondeur: 0,2m)

Niveau de K dans le sol	K échangeable	
	Analyse au laboratoire (cmol/kg)	Disponible pour la plante (kg/ha)
Bon	> 0,25	> 300
Moyen	0,10–0,25	120–300
Pauvre	0,05–0,10	60–120
Très pauvre	< 0,05	< 60

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

Les engrais minéraux

Les engrais azotés

Deux types d'engrais azoté sont communément utilisés en riziculture en Afrique de l'Ouest, l'urée avec une teneur de 46 % d'azote et le sulfate d'ammonium avec une teneur de 20 à 21 % d'azote. L'engrais binaire pour la fertilisation en phosphore (18-46-0) contient aussi de l'azote (voir engrais phosphatés). Pour la fertilisation azotée, l'urée est le type d'engrais le plus indiqué. Il faudra éviter les engrais qui contiennent le nitrate (NO_3^-) comme source d'azote parce que le nitrate se lessive facilement vers le bas du profil, hors de la portée des racines.

Exemple : un sac d'urée de 50 kg contient $50 \times 0,46 = 23$ kg de N.

Les engrais phosphatés

Le P peut être appliqué sous forme de phosphore naturel ou sous forme d'engrais minéraux. L'application de P doit être soutenue avec le N. Les sols rouges contiennent beaucoup d'oxydes de fer. Ces oxydes forment un complexe avec le P, et fixent le P qui n'est plus disponible pour la plante. Sur ce type de sol, le paysan doit appliquer beaucoup de P avant que de petites quantités de P soient disponibles pour la plante.

Le superphosphate simple contenant 18 % de P_2O_5 et le superphosphate triple (TSP) contenant 46 % de P_2O_5 peuvent être utilisés. Cependant, le phosphate di-ammoniacal (DAP) ou 18-46-0, soit 46 % de P_2O_5 , est aussi disponible.

Exemples : un sac de 50 kg de TSP contient $50 \times 0,46 = 23$ kg de P_2O_5 ou $23 \times [(2 \times 31) / \{(2 \times 31) + (5 \times 16)\}] = 10$ kg de P. Dans ce calcul, 16 est le poids atomique de O et 31 le poids atomique de P. Un sac de 50 kg de DAP contient $50 \times 0,18 = 9$ kg de N et $50 \times 0,46 = 23$ kg de P_2O_5 , soit 10 kg de P.

Les engrais potassiques

Le sulfate de potassium et le chlorure de potassium sont les engrais potassiques utilisés en Afrique subsaharienne. Aujourd'hui, rares sont les producteurs qui l'utilisent. Surtout lorsque les résidus de récolte ne sont pas exportés hors du champ. Le K se trouve surtout dans les engrais composés, comme le 10-20-20.

Exemple : un sac de 50 kg de 10-20-20 contient $50 \times 0,2 = 10$ kg de K_2O ou $10 \times \{2.39 / (2.39 + 16)\} = 8,3$ kg de K. Dans ce calcul, 39 est le poids atomique de K et 16 est le poids atomique de O.

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

Les amendements organiques

Une option intéressante est l'introduction de légumineuses dans un système de production. Les légumineuses sont souvent cultivées en rotation avec des céréales et elles sont enfouies dans le sol quand elles sont encore vertes. Dans les bas-fonds ceci peut se faire par exemple pendant la contre-saison après la culture de riz de l'hivernage. L'avantage de ces engrais verts est qu'ils augmentent la teneur en N, améliorent la structure du sol et dans une moindre mesure la teneur en matière organique. Souvent, ils augmentent aussi la disponibilité de P dans le sol. *Mucuna pruriens* pousse très rapidement, étouffe les mauvaises herbes et peut fixer 60 kg N ha⁻¹ par an. D'autres légumineuses comme le *Sesbania rostrata*, *Sesbania sesban*, *Tephrosia vogelii* et *Crotalaria* spp. ont une capacité de fixation de N de l'ordre de 10 à 50 kg N ha⁻¹. La teneur en N de ces engrais verts est de 2 à 4,3 %.

La teneur en N dans le fumier est extrêmement variable et dépend beaucoup de la méthode de stockage utilisée. En général la teneur est assez faible, et ne dépasse guère 0,5 à 1 %.

L'incorporation des résidus de récolte ne mobilisera pas toujours plus de N. C'est surtout le cas, si ces résidus, comme la paille de riz ont une teneur faible en N par rapport à la teneur en C. Pour la décomposition de ces résidus avec des ratios C/N assez larges, les micro-organismes dans le sol fixent l'azote, et le résultat est qu'il y a moins de N disponible pour la plante à court terme. La paille de riz est une source importante de K (la paille contient à peu près 1,5 % de K).

Le compost est un mélange de matière organique partiellement décomposée, comme des mauvaises herbes, la paille de riz, etc. La teneur en N du compost est souvent entre 0,3 et 0,9 %.

Quand on compare les teneurs en N dans les engrais organiques avec les teneurs en N dans les engrais minéraux il est évident que des quantités importantes sont nécessaires pour appliquer 30 ou 40 kg de N par hectare en utilisant les engrais organiques. Cependant, l'application conjointe d'engrais minéraux et d'amendements organiques aboutit souvent à des effets synergiques, augmentant à long terme la capacité du sol de fournir des nutriments, et dans certains cas le taux de recouvrement des engrais minéraux.

Recommandations spécifiques pour la gestion intégrée de la fertilité du sol

La gestion intégrée de la fertilité du sol vise l'utilisation optimale et durable des réserves en nutriments dans le sol, des engrais minéraux et des amendements organiques. Ci-dessous est expliqué le calcul des besoins en engrais minéraux et/ou amendements organiques pour atteindre des rendements ciblés en fonction de la capacité du sol à fournir des nutriments (azote, N ; phosphore, P ; potassium, K). Trois étapes sont essentielles :

- cibler un rendement ;
- estimer la capacité du sol à fournir N, P et K ;
- calculer les besoins en engrais.

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

Cibler un rendement

Le rendement maximal (ou potentiel) d'une culture (R_p) est déterminé par le climat (températures minimales et maximales et radiation solaire), les caractéristiques de la variété choisie par le producteur et la date de semis. Pour une date de semis donnée, le R_p n'est pas constant à cause de la variabilité dans les conditions météorologiques d'une année à l'autre. Le producteur ne peut pas influencer le temps bien sûr, mais il peut choisir une date de semis qui permet d'exploiter au mieux les conditions météorologiques et une variété qui répond bien aux conditions climatiques. R_p peut être obtenu sur des champs expérimentaux, dans des conditions de croissance optimales, où la croissance et le développement de la plante ne sont pas freinés par d'autres facteurs que la radiation solaire ou la température. R_p est le vrai plafond du rendement, déterminé par le climat, la date de semis et le choix variétal. En réalité ce rendement ne peut pas être atteint en milieu paysan et ce ne serait pas non plus très rentable. Le rendement optimal d'un point de vue économique est appelé le rendement réalisable, R_r et se situe entre 70 et 80 % du R_p .

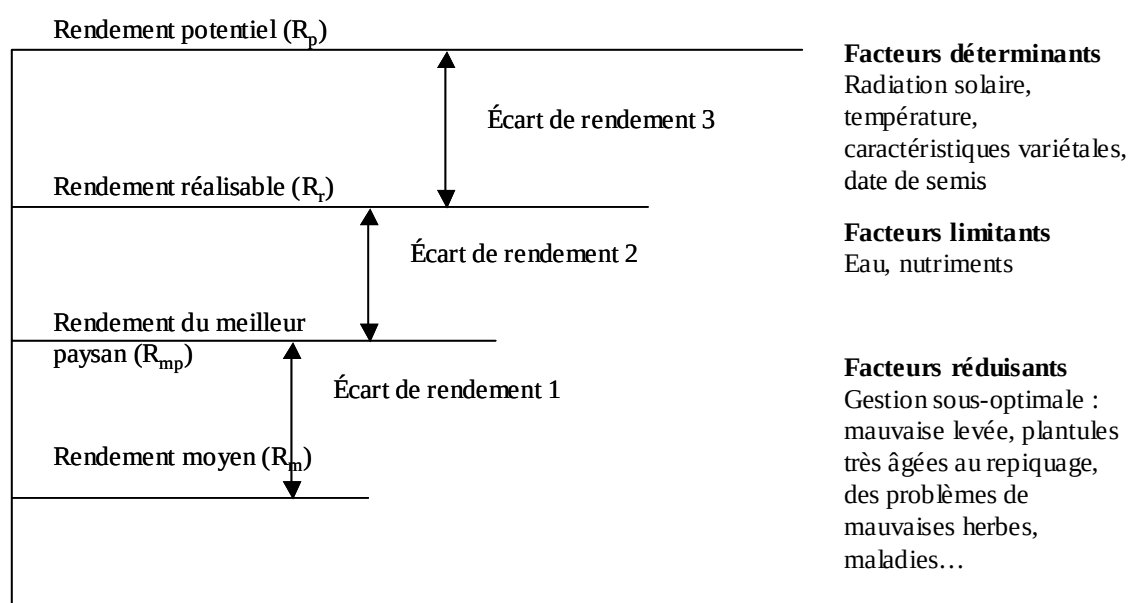


Figure 15.1. Les écarts de rendement entre le rendement moyen (R_m) obtenu en milieu paysan, le rendement du meilleur paysan (R_{mp}), le rendement réalisable (R_r) et le rendement potentiel (R_p)

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

Le rendement moyen actuel des producteurs, R_m est souvent beaucoup plus bas à cause des facteurs *limitant* la croissance de la plante, un manque d'eau et/ou une déficience en nutriments ou des facteurs *réduisant* la croissance, comme les mauvaises herbes, les maladies ou des insectes. Avec une gestion optimale des facteurs réduisant la croissance, le meilleur paysan peut obtenir un rendement plus élevé : R_{mp} . Les écarts de rendement entre R_m , R_{mp} , R_r et R_p peuvent être très importants.

Les rendements obtenus en milieu paysan sont souvent loin du rendement potentiel (R_p). Cependant, il est important de choisir un rendement ciblé qui est réaliste. Un gain de rendement de 0,5 à 1 t ha⁻¹ par rapport aux rendements obtenus dans les années précédentes est souvent possible en milieu paysan. Le rendement ciblé ne devrait pas dépasser le rendement réalisable de 70 à 80 % du rendement potentiel. Ceci est important parce que la réponse du riz par rapport aux nutriments n'est plus linéaire à partir de ce point, c'est-à-dire, il faut appliquer de plus en plus de nutriments pour le même gain en rendement. Cibler des rendements très élevés n'est souvent pas rentable ni réaliste, surtout lorsque la maîtrise de l'eau n'est pas assurée (dans ce cas l'application de doses élevées d'engrais devient trop risquée).

Estimation de la capacité du sol à fournir N, P et K

La capacité du sol à fournir les nutriments N, P, et K peut être estimée à partir des analyses chimiques du sol, comme indiqué dans les encadrés 15.1 à 15.3. Mais souvent la relation entre les données analytiques et la croissance de la plante n'est pas bonne, surtout pour N. Une méthode plus directe est d'estimer la capacité du sol à fournir des nutriments à travers de petites parcelles bien gérées, installées dans la parcelle paysanne avec une application d'engrais adéquate pour un rendement ciblé, sauf un nutriment. Le rendement obtenu sur cette parcelle est un indicateur pour la capacité du sol à fournir le nutriment manquant. Le principe de ces petites parcelles zéro-N, zéro-P ou zéro-K est expliqué dans le tableau 15.1.

Tableau 15.1 Le principe des petites parcelles de nutriments manquants

Mini-parcelles	N	P	K
Parcelle 0N, +P, +K	0	+	+
Parcelle 0P, +N, +K	+	0	+
Parcelle 0K, +N, +P	+	+	0
Parcelle +N, +P, +K	+	+	+

Signification des symboles : 0 = nutriment n'est pas appliqué, c'est le nutriment manquant ; + = nutriment est appliqué en une dose suffisante pour que le nutriment ne limite pas la croissance de riz (il faudra se référer aux recommandations de la vulgarisation ou aux doses utilisées par le meilleur paysan). Attention : en appliquant trop de N, le riz peut donner des problèmes de verse

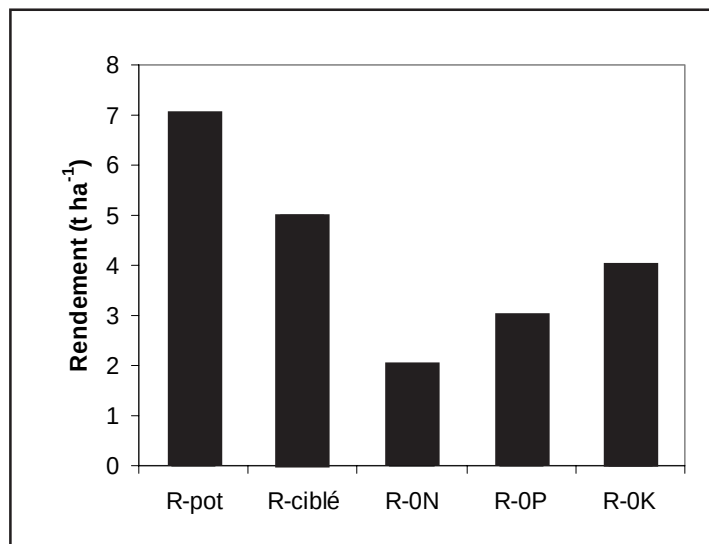
La figure 15.2 montre un exemple des résultats obtenus pour des parcelles de nutriments manquants. Pour le rendement ciblé, la capacité du sol à fournir des nutriments est limitant, dans l'ordre $N > P > K$. Pour le rendement actuel, la capacité du sol à fournir le K n'est pas limitant, mais N et P sont limitants, dans l'ordre $N > P$.

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

Figure 15.2. Exemple de résultats d'essais de nutriments manquants dans une parcelle paysanne, rendement potentiel et rendement ciblé

R-pot : rendement potentiel
 R-ciblé : rendement ciblé par le producteur
 R-0N : rendement obtenu sans azote, mais avec des doses adéquates de P et K
 R-0P : rendement obtenu sans phosphore, mais avec des doses adéquates de N et K
 R-0K : rendement obtenu sans potassium, mais avec des doses adéquates de N et P



Calculer les besoins en engrais

Les taux de N, P, et K dans la paille et les grains de riz sont donnés dans le tableau 15.2. L'exportation de nutriments de la parcelle se fait à la récolte, quand les grains sont enlevés de la parcelle. La paille est souvent brûlée ou incorporée dans le sol lors de la prochaine campagne. L'utilisation de la paille n'a pas beaucoup d'effet sur la capacité du sol à fournir le P, et dans une moindre mesure le N. Par contre, pour le K c'est important. Si la paille est exportée du champ, des quantités importantes de K sont enlevées du système.

Tableau 15.2. Les taux de N, P, K dans les grains et la paille de riz (%)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Grain	1,0	0,4	0,3
Paille	0,5	0,2	1,5

La recherche en milieu réel en Asie et en Afrique de l'Ouest a montré que pour un gain en rendement de 1 t ha⁻¹ et une nutrition équilibrée en N, P et K, le riz consomme :

- 15 kg N ha⁻¹
- 6 kg P₂O₅ ha⁻¹
- 18 kg K₂O ha⁻¹

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

Azote

Le taux de recouvrement de N dans une parcelle paysanne est en moyenne d'environ 30 %. Ceci veut dire que 70 % des engrais azotés sont perdus à cause d'un grand nombre de contraintes, comme l'application tardive d'urée, des problèmes de mauvaises herbes, des plantules trop âgées au repiquage, etc. Pour aboutir à une consommation équilibrée de 15 kg N ha⁻¹ pour un gain de rendement de 1 t ha⁻¹ il faudra donc appliquer 50 kg N ha⁻¹, soit un peu plus de deux sacs d'urée par hectare. Une meilleure gestion de la parcelle, peut améliorer ce taux de recouvrement, et diminuer les pertes d'engrais (voir encadré 4). Dans l'exemple de la figure 15.2, le rendement sur la parcelle sans N est de 2 t ha⁻¹. Pour arriver au rendement ciblé de 5 t ha⁻¹, il faudra donc appliquer 150 kg N ha⁻¹.

Il faudra éviter d'appliquer plus de 50 kg N ha⁻¹ d'un seul coup. Les meilleurs moments d'application d'azote en riziculture repiquée sont au début du tallage, après la reprise des plantules, à l'initiation paniculaire et à la montaison. Pour des quantités faibles, il est conseillé d'appliquer au début du tallage 50 % et à l'initiation paniculaire 50 %. Pour des quantités plus importantes, il est conseillé d'appliquer en trois fractions : début tallage (40 %), initiation paniculaire (40 %) et montaison (20 %). Éviter d'appliquer l'engrais dans une forte lame d'eau ou dans des parcelles enherbées.

Phosphore

Pour le phosphore, le taux de recouvrement de P est en moyenne d'environ 20 %. Cependant, le phosphore qui n'est pas absorbé par la plante, est en général disponible l'année suivante. En première année pour couvrir les besoins en P pour un gain de rendement de 1 t ha⁻¹, il faudra donc 30 kg P₂O₅ ha⁻¹. Dans l'exemple de la figure 15.2, le rendement sur la parcelle sans P est de 3 t ha⁻¹. Pour arriver au rendement ciblé de 5 t ha⁻¹, il faudra appliquer 60 kg P₂O₅ ha⁻¹. L'application de P se fait de préférence comme engrais de fond. Si l'on est contraint de l'appliquer en couverture, il faudra le faire le plus tôt possible pour stimuler le tallage.

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

Encadré 15.4 Améliorer le taux de recouvrement d'azote

Un ensemble de pratiques culturales peut contribuer à limiter les pertes en N :

- utiliser des semences de bonne qualité (Référence 9) ;
- repiquer les plants à l'âge indiqué (Références 13 et 16) ;
- utiliser des écartements de repiquage appropriés (pas plus de 20 cm x 20 cm) ;
- enlever les adventices avant l'application des engrais ;
- lutter contre les insectes et maladies ;
- récolter à temps, juste à la maturité ;
- appliquer l'azote quand la plante en a le plus besoin, au début du tallage, à l'initiation paniculaire et au besoin à la montaison ; pour des doses d'azote faibles, appliquer au début du tallage, et à l'initiation paniculaire ;
- fractionner l'application de N en deux apports de 50 %, au début du tallage et 50 % à l'initiation paniculaire ou alors en trois apports 40 %, 40 %, 20 %, respectivement au début du tallage, à l'initiation paniculaire et à la montaison ;
- utiliser un bon mode d'application :
 - baisser le niveau de la lame d'eau au minimum (3 cm environ),
 - appliquer de façon homogène à la volée (pas incorporer),
 - éviter que le champ se sèche immédiatement après l'application,
 - irriguer de nouveau 4 à 5 jours plus tard.

Pour maximiser l'utilisation des engrais par la plante, il faut les appliquer de façon homogène, quand il le faut, après avoir désherbé et réduit la lame d'eau dans la parcelle. Il ne faut jamais appliquer des engrais lorsque le ciel est menaçant, sous une pluie ou immédiatement après une pluie. En respectant ces pratiques culturales, les pertes d'azote sont minimisées, et le taux de recouvrement d'azote par la plante est augmenté.

Potassium

Pour le potassium, le taux de recouvrement de K est en moyenne de 30 %. Comme le phosphore, le potassium qui n'est pas absorbé par la plante pendant la campagne, est en général disponible l'année suivante. En première année pour couvrir les besoins en K pour un gain de rendement de 1 t ha⁻¹, il faudra donc 50 kg K ha⁻¹, soit 60 kg K₂O ha⁻¹. Dans l'exemple de la figure 15.2, le rendement de la parcelle sans K est de 4 t ha⁻¹. Pour arriver au rendement ciblé de 5 t ha⁻¹, il faudra appliquer 60 kg K₂O ha⁻¹. L'application de K peut se faire comme engrais de fond ou comme engrais de couverture. Des quantités faibles de K peuvent être appliquées au repiquage ou comme engrais de fond. Des quantités plus importantes (> 50 kg K₂O ha⁻¹) sont conseillées d'être appliquées comme engrais de fond (50 %) et à l'initiation paniculaire (50 %).

Éviter de miner la fertilité du sol

Les petites parcelles zéro-N, zéro-P et zéro-K sont de bons indicateurs pour la fertilité du sol. Il est conseillé de les déplacer dans la parcelle chaque année. Leur gestion doit être bonne pour que les rendements obtenus soient l'expression réelle de la capacité du sol à fournir le « nutriment manquant ». Bien gérées, ces petites parcelles peuvent avec le temps, constituer un dispositif de suivi de la qualité du sol en milieu paysan.

Référence 15

La gestion intégrée de la fertilité du sol

Attention ! Même si les rendements sur les « petites parcelles de nutriments manquants » ne montrent pas un besoin d'engrais, il se peut qu'une application d'entretien soit nécessaire pour éviter que la fertilité du sol ne s'appauvrisse dans le temps. Le tableau 15.2 peut aider à estimer les besoins d'un tel entretien. Pour l'exemple de la figure 15.2 et pour un rendement ciblé de 4 t ha⁻¹ au lieu du 5 t ha⁻¹, il n'y a pas besoin d'appliquer le K. Le sol perd cependant une quantité considérable de K, surtout si la paille est exportée de la parcelle. Un rendement de 4 t ha⁻¹ de grains de riz correspond en général à un rendement de paille de 4 t ha⁻¹. Le sol perd donc (Tableau 15.2) $4000 \times 0,015 + 4000 \times 0,003 = 72$ kg K₂O ha⁻¹ à chaque récolte.

Combiner des sources d'amendements organiques et les engrais minéraux, est souvent la meilleure stratégie pour maintenir, voire augmenter la fertilité du sol.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Becker M., Johnson D.E., Wopereis M.C.S., Sow A., 2003. Rice yield gaps in irrigated systems along an agro-ecological gradient in West Africa. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166(1) 61–67.
- Defoer T., Budelman A., Toulmin C., Carter S.E., 2000. Building common knowledge. A Resource Guide for participatory learning and action research. *In*: Defoer T. and A. Budelman (eds) *Managing Soil Fertility in the tropics: A Resource Guide for participatory learning and action research*. Amsterdam, The Netherlands: Royal Tropical Institute (KIT).
- Dobermann A., Fairhurst T., 2000. Rice. Nutrient disorders and nutrient management. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC), and International Rice Research Institute (IRRI), DAPO Box 777, Metro Manila, Philippines. ISBN 981-04-2742-5, 191 pp.
- Donovan C., Wopereis M.C.S., Guindo D., Nébié B., 1999. Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions of West Africa. Part II. Profitability and risk analysis. *Field Crops Research* 61: 147–162.
- Fairhurst T., Witt C. (Editors), 2002. Rice. A practical guide to nutrient management. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC), and International Rice Research Institute (IRRI), DAPO Box 777, Metro Manila, Philippines. ISBN 981-04-5758-8, 89 pp. + appendices.
- Häfele S.M., Wopereis M.C.S., Ndiaye M.K., Kropff M.J., 2003. A framework to improve fertilizer recommendations for irrigated rice in West Africa. *Agricultural Systems* 76 (1): 313–335.
- Häfele S.M., Wopereis M.C.S., Ndiaye M.K., Barro S.E., Ould Isselmou M., 2003. Internal nutrient efficiencies, fertilizer recovery rates and indigenous soil nutrient supply of irrigated lowland rice in the Sahel and the Sudan Savanna. *Field Crops Research*: 80 (1): 19–32.
- Wopereis M.C.S., Donovan C., Nebié B., Guindo D., N'Diaye M.K., 1999. Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions of West Africa. Part I. Agronomic analysis. *Field Crops Research* 61: 125–145.

Référence 16 Le repiquage

Résumé

En riziculture de bas-fonds, la maîtrise de l'eau fait souvent défaut. C'est la raison principale pour laquelle la quasi-totalité des champs de riz dans des bas-fonds est repiquée. Cette référence explique l'importance de la densité et de la profondeur de repiquage.

Dans les bas-fonds non-aménagés ou sur des parcelles mal planées, le repiquage permet de faire face à des inondations éventuelles. Le repiquage donne aussi un avantage important au riz vis-à-vis des mauvaises herbes. En général les problèmes de mauvaises herbes dans des parcelles repiquées, sont beaucoup moins importants que dans des parcelles qui ont été semées à la volée. Le repiquage permet aussi d'économiser l'eau et la semence et facilite le désherbage et les autres travaux d'entretien par rapport au semis direct à la volée.

Figure 16.1. Le repiquage



Le cycle du riz repiqué est allongé par rapport au cycle du riz en semis direct à cause du choc de repiquage. Le repiquage nécessite aussi de la main-d'œuvre importante (30 à 40 homme-jours par hectare).

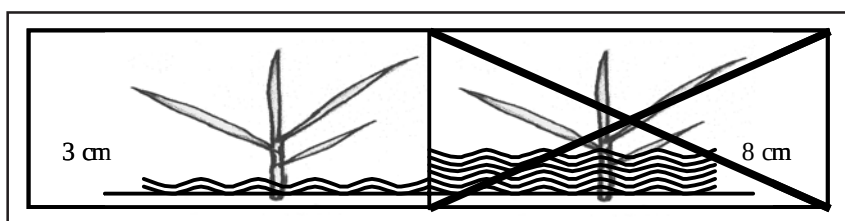


Figure 16.2. La profondeur du repiquage doit être de 3 cm environ pour permettre une bonne production de talles à partir du nœud de base

Référence 16

Le repiquage

Lorsque la jeune plantule est repiquée trop profondément, le bourgeon du nœud de base est incapable de produire des talles, parce qu'il est privé d'oxygène. La plantule est obligée de développer d'abord un deuxième nœud, un peu plus haut sur la tige (dans la zone oxydée) avant de commencer la production de talles. Le tallage est ainsi affecté, car les nœuds de bases sont plus prolifiques que les nœuds supérieurs. Des plantes repiquées trop superficiellement risquent d'être déracinées par l'eau de submersion. La profondeur idéale se situe à peu près à 3 cm.

La densité et les différents modes de repiquage

La densité de repiquage et le niveau de tallage pendant la phase végétative détermineront principalement la densité de panicules pendant le stade reproductif. Une bonne densité de repiquage permet d'obtenir un bon couvert végétal pour mieux valoriser la radiation solaire, l'eau et les engrais éventuellement apportés. Une faible densité de repiquage entraîne une baisse de rendement et favorise le développement des adventices, tandis qu'une forte densité augmente la compétition entre les plants de riz et ne favorise pas le tallage. Le choix de la densité de repiquage est fonction de la capacité de tallage de la variété utilisée. La plupart des variétés utilisées expriment leur meilleur rendement à des écartements compris entre 15 et 20 cm.

Le repiquage en ligne

Son adoption nécessite l'utilisation d'une corde et d'une règle graduée en fonction des espacements désirés. Même si le travail est lent, cette méthode offre la possibilité d'utiliser ensuite la houe rotative pour le désherbage et permet de maîtriser la densité de peuplement (nombre de plants par m²). Les déplacements à l'intérieur du champ sont aussi facilités pour des besoins d'entretien (engrais, traitement phytosanitaire, épuration).

Le repiquage en foule (au pif)

C'est une méthode qui consiste à repiquer au hasard et dans tous les sens. Il a l'avantage d'être très rapide et ne nécessite pas un travail en groupe synchronisé comme le repiquage en ligne. Ses inconvénients majeurs sont : l'impossibilité d'utiliser la houe rotative, une densité de peuplement peu maîtrisée et des déplacements moins aisés à l'intérieur du champ.

Référence 16

Le repiquage

Remplacement des plants manquants

À l'enlèvement, les jeunes plantules subissent un choc et restent en léthargie plusieurs jours après le repiquage, avant de reprendre leur croissance et leur développement. Cette période de reprise peut durer une à deux semaines et certaines plantules peuvent ne pas survivre, entraînant ainsi des plants manquants. Certaines plantules peuvent également perdre leurs racines au moment de l'enlèvement. Pour ne pas réduire la densité de peuplement, les plants manquants doivent être remplacés dans les deux semaines qui suivent le repiquage.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Yoshida S., 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Manila, Philippines, 269 pp.

Référence 17 L'expérimentation paysanne

Résumé

Cette référence présente six importantes étapes pour promouvoir l'expérimentation paysanne : (i) la réunion de concertation et de planification, (ii) la mise en place de l'expérimentation, (iii) le suivi de l'expérimentation, (iv) les visites de terrain, (v) la gestion et l'analyse des données et (vi) l'évaluation.

On peut distinguer six étapes dans l'expérimentation paysanne, dans le cadre de l'approche APRA (Tableau 17.1). Il est important de noter que l'expérimentation paysanne est normalement réservée à un groupe de paysans expérimentateurs à l'intérieur du groupe de paysans qui suivent tous le curriculum APRA-GIR.

Étape 1 Réunion de planification

Cette section décrit comment procéder pour la conception et la planification des expérimentations (des tests) avec les paysans expérimentateurs dans le contexte de l'APRA.

Le facilitateur anime la discussion pour aider les paysans à définir clairement les objectifs du test et ce qu'ils espèrent apprendre. Les paysans sont encouragés à décrire des objectifs et formuler des hypothèses qui les aideront à concevoir le test et à préciser quelle information devra être collectée. Ils discutent aussi comment ils veulent appliquer les nouvelles méthodes, ce qui implique la description des nouvelles pratiques et leur insertion dans les stratégies de gestion existantes. La discussion couvre les questions et sujets suivants :

- comment évaluer les nouvelles pratiques ;
- avec quelle pratique locale, la nouvelle méthode doit-elle être comparée ;
- le nombre de traitements (les différentes pratiques nouvelles) ;
- comment et où mettre en place le test, etc.

L'équipe APRA-GIR expose ensuite comment faire un dispositif. Il est nécessaire de suivre certaines directives et d'appliquer une approche systématique afin que les résultats du test puissent être analysés et utilisés. Une liste de contrôle est ensuite dressée :

- le choix des traitements à comparer : ce choix est déterminé par les hypothèses du test et est guidé par le nombre et les niveaux des facteurs à étudier. Il est nécessaire d'inclure la pratique paysanne comme traitement « témoin » ;
- spécifier la niche (les conditions qui conviennent) pour l'application des nouvelles pratiques, dans la stratégie de la gestion actuelle des paysans ; ceci soulèvera des questions sur l'emplacement du site test et sur le site même : les sites doivent être représentatifs ;
- l'arrangement des traitements (dispositif), comment ils sont mis en places dans le champ : le dispositif

Référence 17

L'expérimentation paysanne

Tableau 17.1 Les six étapes pour promouvoir l'expérimentation paysanne

Description	Objectifs	Résultats attendus
Étape 1 Réunion de planification	- Assister les paysans dans la définition des objectifs et dans la conception, le suivi et l'évaluation des tests - Convenir des procédures pour le dispositif expérimental et pour le suivi	- Les objectifs et hypothèses des tests sont clairement définis - Les dispositifs des tests sont conçus - Une procédure convenue pour la mise en place et le suivi des tests, incluant les rôles et responsabilités de l'équipe APRA et les paysans « expérimentateurs »
Étape 2 La mise en place de l'expérimentation	- Former les paysans dans la mise en place du test - Permettre aux paysans de faire les tests eux-mêmes - Convenir sur les procédures pour suivre les tests	- Les paysans sont formés à mettre en place eux-mêmes des tests - Facilitateurs et paysans s'accordent sur une procédure pour suivre les tests
Étape 3 Le suivi de l'expérimentation	- Voir comment le test se déroule - Évaluer les opinions des paysans sur les tests - Collecter l'information nécessaire pour interpréter et juger la performance du test	- Des données générales sur la performance du test - Les opinions et préférences des paysans et les raisons. - Données nécessaires pour analyser la performance du test
Étape 4 Visites de terrain avec d'autres paysans	- Encourager les paysans participants à échanger leurs expériences - Échange d'informations entre les paysans expérimentateurs et les autres (au sein et entre les villages)	- Tous les paysans sont bien informés sur les nouvelles techniques - Les paysans qui ne mènent pas de tests sont aussi informés - Échange d'information entre les paysans et l'équipe APRA
Étape 5 La gestion et l'analyse des données	- Enregistrer et traiter les données - Analyser les données - Organiser les résultats dans des tableaux, figures, etc. - Synthétiser les résultats dans des formes de présentation aisément compréhensibles pour les producteurs	- Données traitées sur des tableurs (feuilles de calcul pour ordinateur) - Données analysées - Résultats accessibles aux producteurs
Étape 6 Évaluation : discussion des résultats avec les paysans	- Présenter les résultats de l'analyse des données - Recueillir ce que les paysans pensent des résultats - Identifier des suggestions pour la poursuite des activités	- Tous les paysans ont reçu l'information sur les données analysées - Commentaires des paysans concernant les résultats - Liste de suggestions pour la poursuite des activités

Référence 17

L'expérimentation paysanne

doit être aussi simple que possible et les différents traitements, de préférence, sont alignés avec une petite allée de séparation ;

- la taille de la parcelle : elle doit être suffisamment large pour abriter l'ensemble des traitements y compris les allées et bordures ;
- les répétitions à travers les exploitations : on évitera de faire des répétitions de traitements dans une même parcelle ou chez le même paysan ;
- les variables non-expérimentales doivent être gardées à l'esprit.

Certains aspects recevront plus d'attention que d'autres, selon les opinions que les paysans ont des tests.

L'expérimentation permettra aux paysans et à l'équipe APRA-GIR de :

- comparer les résultats obtenus par les différents paysans expérimentateurs, ce qui augmentera leur capacité d'apprentissage et leur connaissance ;
- faire des conclusions sur l'efficacité des techniques et pratiques testées (impliquant des analyses statistiques) ;
- convaincre d'autres paysans de commencer des tests similaires ;
- convaincre les partenaires (autres chercheurs, vulgarisateurs et décideurs politiques) de la valeur des expérimentations paysannes.

Les paysans sont impliqués dans les discussions sur le suivi et l'évaluation du test et les indicateurs (critères) utilisés pour évaluer les résultats. Ces critères peuvent être des critères *agronomiques*, tels que le développement des cultures, le rendement, la taille des plants et/ou *socio-économiques*, comme la demande de main-d'œuvre, le coût des intrants, le revenu monétaire.

Les paysans doivent également considérer les points suivants : quels intrants externes sont nécessaires ? Quelles sont les exigences en main-d'œuvre et autres ressources de l'exploitation ? Quelle sorte de connaissance exige la nouvelle pratique ? Quels sont les bénéfices de la nouvelle technologie en termes de rendement, avantages économiques ou autres ? Quel est le risque encouru ? Etc.

Les paysans doivent discuter ensuite la méthodologie de collecte d'information, ce qu'ils vont observer et mesurer, l'utilité des cahiers de notes ou fiches de suivi pour enregistrer ce qui se passe dans les champs et les pratiques de gestion qu'ils appliquent.

L'équipe APRA-GIR devra faire des *suggestions complémentaires* concernant les aspects à suivre et à évaluer, et comment les suivre et les évaluer. Il est important d'établir un lien distinct entre les objectifs du test et les données nécessaires à évaluer pour aboutir aux résultats escomptés. En évaluant leurs tests, les paysans verront comment plusieurs facteurs influencent les résultats. Le suivi-évaluation aidera aussi à expliquer pourquoi les résultats obtenus diffèrent d'un paysan à l'autre, et permet en même temps d'améliorer la planification des activités futures.

L'équipe APRA-GIR pourrait aussi avoir d'autres objectifs que ceux définis par les paysans, en particulier lorsque les tests paysans font partie de leurs propres activités de recherche. Elle aura dans ce cas, à développer d'autres fiches de suivi-évaluation pour collecter les informations complémentaires :

Référence 17

L'expérimentation paysanne

- information liée à la performance des nouvelles pratiques ou technologies en cours de test. Cette information sera basée sur les critères de succès retenus par les paysans, tels que : croissance des plants, couleur des feuilles, développement de la culture ou rendement ;
- données liées aux facteurs susceptibles d'influencer la performance de la technologie : (i) variables environnementales telles que types de sol, climat, infestation par les ennemis des cultures, etc. et (ii) des pratiques de gestion telles que la préparation du champ, l'application d'engrais, etc. ;
- données socio-économiques qui pourraient influencer l'adoption par les paysans des nouvelles pratiques : coûts des intrants, valeur de la production, accès aux ressources (taille de l'exploitation, disponibilité de la main-d'œuvre, etc.) et au marché ;
- il est très important de connaître et d'évaluer ce que les paysans pensent de la nouvelle pratique ou technique en cours de test et de comprendre les raisons de son adoption ou de son rejet.

L'équipe APRA-GIR doit éviter de surcharger les paysans avec une collecte de données trop importante, surtout quand ces données ne sont pas de première importance pour les paysans. L'échange des points de vue entre les paysans et l'équipe devrait mener à un consensus sur la mise en place et l'évaluation du test, et sur le rôle et responsabilités des paysans expérimentateurs et de l'équipe APRA-GIR. Les participants vont discuter des leçons qu'ils peuvent tirer de l'expérimentation et partager leurs expériences avec d'autres paysans ainsi qu'avec l'équipe.

Étape 2 La mise en place du test

La démonstration de la mise en place du test est une sorte de session de formation qui se déroule chez un des paysans. On montrera de façon pratique, à tous les paysans comment un test est mis en place. Bien que l'on se soit mis d'accord sur le concept général durant la réunion pour la conception et planification du test (Étape 1), il se pourrait que le test nécessite une adaptation aux conditions locales ; c'est pourquoi la formation devrait couvrir la sélection du site, la taille de la parcelle expérimentale, les effets de bordure, la délimitation des parcelles, etc.

La séance de formation commence souvent avec une courte explication des principes généraux qui régissent la mise en place des expérimentations, suivie, de façon pratique, par la mise en place proprement dite par les participants et un membre de l'équipe APRA-GIR. En principe, la démonstration ne couvre que des traitements spécifiques, bien que le travail de terrain pratique inclue souvent des activités qui ne sont pas directement liées aux traitements. En règle générale, les paysans appliquent leurs propres pratiques pour ces activités.

Étape 3 Le suivi du test

Le suivi-évaluation est une composante essentielle de l'expérimentation, il fournit l'information nécessaire pour pouvoir apprendre du test. Le type d'information et de données à collecter est en grande partie déterminé par les objectifs (voir étape 1). En général nous pouvons grouper l'information à collecter en quatre catégories :

Référence 17

L'expérimentation paysanne

- données liées à la performance de la nouvelle pratique ou technologie (aussi appelé les indicateurs de succès paysans) : observations ;
- données liées aux facteurs qui pourraient influencer la performance du test : facteurs environnementaux et pratiques de gestion ;
- données socio-économiques qui pourraient influencer l'adoption ou non des nouvelles techniques ;
- information sur ce que les paysans pensent de la nouvelle technologie (perception).

S'il y a un nombre important d'analphabètes parmi les participants, il est souhaitable qu'ils utilisent des formulaires et symboles pour évaluer les technologies. D'après notre expérience, les paysans sont capables d'enregistrer les informations relatives à la mise en place et à la gestion des tests. Ils sont aussi capables d'évaluer les performances de la culture en termes de croissance et couleur des plantes, dégâts causés par les ennemis de la culture, et rendements. Cependant, l'information collectée par les paysans a tendance à être de type qualitatif et l'enregistrement des informations n'est pas toujours effectué de façon régulière, dépendant de la curiosité du paysan et de son temps disponible. Bien que la grande partie du suivi-évaluation soit faite par les paysans, l'équipe APRA-GIR a encore beaucoup à faire : visites régulières aux champs et appui aux paysans dans l'évaluation de leurs expérimentations, en les encourageant à bien observer leur expérimentation et à enregistrer les données.

Si les expérimentations paysannes font partie d'un programme de recherche plus important, l'équipe APRA-GIR aura aussi à visiter régulièrement chaque site, faire des observations et enregistrer les données complémentaires sur un formulaire de suivi préétabli. Ce formulaire est basé sur les discussions concernant le suivi-évaluation qui ont eu lieu durant la réunion pour la conception du test (Étape 1). Le type de données enregistrées ne dépendra pas seulement de l'objectif de l'expérimentation, mais aussi des intérêts et de l'agenda de l'équipe APRA-GIR. Elles peuvent viser l'estimation de données quantitatives liées aux facteurs qui pourraient influencer la performance des nouvelles techniques, telles que l'accès aux crédits et le contrôle des ressources (eau, foncier) par les paysans, ou l'utilisation d'intrants. L'équipe peut être appelée aussi, à vérifier l'information (quantitative) sur les rendements en procédant à des échantillonnages de rendement.

L'équipe APRA-GIR doit noter ce que les paysans pensent des nouvelles pratiques testées, et pour les tests comprenant différents traitements, ils peuvent les comparer et les hiérarchiser. Ce type d'exercice (comparaison et hiérarchisation) est normalement répété pour des données relatives à la culture, une fois durant le stade végétatif et la deuxième fois après la récolte. La comparaison par paires de traitements est très utile pour déterminer les préférences paysannes. Le suivi des tests se fait non seulement sur les parcelles individuelles des paysans, mais aussi à l'occasion des réunions où les participants discutent des avantages et inconvénients des nouvelles pratiques en test.

Étape 4 Les visites de terrain

L'information tirée des expérimentations ne devrait pas être destinée qu'aux paysans-tests. Lors des modules d'observation, les tests seront visités par tous les participants APRA-GIR.

Référence 17

L'expérimentation paysanne

Étape 5 La gestion et l'analyse des données

Une fois les données collectées, elles doivent être saisies, analysées et présentées de façon compréhensible pour les paysans et facile à manipuler. La gestion de ces données doit faciliter la communication entre paysans et équipe APRA-GIR. Tous les participants doivent se mettre d'accord sur la gestion et la manipulation de ces données. L'équipe APRA-GIR devra se référer aux observations faites en groupe aux champs, et aux réunions paysannes pour mieux comprendre et partager les résultats que les paysans-tests ont obtenus, et discuter avec eux des pratiques qui ont été utilisées.

Toute l'information collectée au cours de l'expérimentation est résumée sur des formulaires de suivi spécialement conçus pour chaque test spécifique. De l'information supplémentaire peut être nécessaire sur l'utilisation de main-d'œuvre, les prix d'engrais, etc. Les données collectées peuvent entrer dans un tableur informatique pour être traitées. Plusieurs logiciels organisent et traitent des données mais nous recommandons que l'analyse reste, autant que possible, simple pour qu'elle garde son intérêt auprès des paysans.

Cependant, les membres de l'équipe APRA-GIR peuvent avoir leurs propres objectifs de recherche qui demandent une analyse plus fine. L'analyse initiale comprend le calcul de moyennes pour tous les critères identifiés par les paysans comme représentant une performance « fructueuse », p. ex. le rendement. Ensuite, différents outils peuvent être utilisés pour faire des analyses plus spécifiques, telles que les analyses d'adaptabilité et de bénéfices-coûts qui sont particulièrement utiles dans ce domaine.

En général, nous utilisons plus d'outils d'analyse qualitative pour analyser les résultats des expérimentations paysannes en donnant la priorité aux critères d'évaluation proposés par les paysans. L'information tirée de la hiérarchisation et des comparaisons par paires est extrêmement utile. L'étape suivante est la comparaison des résultats de l'analyse des observations faites par l'équipe APRA-GIR, avec les commentaires des paysans sur les différents tests.

Les résultats sont présentés sous forme d'aides visuelles avant d'être discutés avec les paysans (Étape 6). Les résultats analytiques sont d'habitude présentés sous forme de tableaux, cartes et graphiques ; l'information qualitative et quantitative est montrée sous forme de points, photos ou symboles.

Étape 6 Évaluation : discussion des résultats avec les paysans

Une fois toutes les données analysées, les paysans peuvent discuter des résultats lors d'une session d'évaluation. La présentation commence par une revue des indicateurs de succès des paysans, suivie par une présentation des moyennes calculées pour chaque facteur. Ensuite, on demande aux paysans de faire des commentaires sur ces résultats et leurs avis sont recueillis sur les facteurs qui sont à la base des différents résultats obtenus par les paysans : facteurs liés à l'environnement, différentes gestions culturelles ou autres. Si la gestion semble être la cause principale, il est important d'identifier les raisons pour lesquelles certains paysans ont mieux géré leurs tests que les autres. Cette discussion devrait aider à mettre en évidence les différences au niveau des paysans en ce qui concerne l'accès aux ressources et leur contrôle et comment ces différences influencent les pratiques en cours de testage.

Référence 17

L'expérimentation paysanne

Les opinions des paysans sur les tests sont discutées en commençant par une présentation des résultats de la hiérarchisation des différents traitements. L'analyse de la perception paysanne donnera le pourcentage de paysans enthousiastes et le pourcentage de paysans réfractaires. Il faudrait encourager les paysans à discuter et à faire part des raisons de leur choix : pourquoi ils sont pour ou contre la nouvelle pratique.

À la fin de la session, des suggestions doivent être faites concernant la poursuite de l'expérimentation. Les producteurs peuvent décider de rejeter la nouvelle pratique ou de l'essayer une seconde fois, peut-être avec un concept adapté, ou alors proposer la diffusion de la technologie à une échelle plus large.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Defoer T., 2000. Field Tools for participatory learning and action research. *In*: T. Defoer, A. Budelman, (Eds) Managing Soil Fertility in the tropics: A Resource Guide for participatory learning and action research. Amsterdam, The Netherlands. Royal Tropical Institute (KIT).
- Mutsaers H.J.W., Weber G.R., Walker P., Fisher N.M., 1997. A field guide for on-farm experimentation. 'IITA/CTA/ISNAR. 235 pp
- Stroud A., 1993. Conducting on-farm experiments. Cali, Columbia. CIAT.
- Veldhuizen van L., Waters-Bayer A., Zeeuw De H., 1997. Developing technology with farmers: A training guide for participatory learning. London, UK. ZED books.

Référence 18

Connaissance des mauvaises herbes

Référence 18 Connaissance des mauvaises herbes

Résumé

Cette référence introduit les trois grandes familles des mauvaises herbes : les graminées, les cypéracées et les adventices à feuilles larges. Une bonne connaissance des mauvaises herbes permet de reconnaître les différentes espèces au champ, d'analyser la gravité de la situation et de décider des actions à entreprendre (Références 19 et 20).

Les mauvaises herbes (adventices) constituent l'une des contraintes majeures à la riziculture dans les bas-fonds en Afrique de l'Ouest. Elles entrent en compétition avec le riz pour les éléments nutritifs du sol, pour l'eau et pour la lumière. Les adventices affectent le rendement et la qualité du paddy et peuvent servir de plantes hôtes aux insectes nuisibles, mais aussi de leurs ennemis naturels (Référence 21). Les adventices sont répartis en trois grandes familles : les graminées, les cypéracées et les adventices à feuilles larges. Un autre classement des adventices est également possible, selon qu'il s'agit de plantes annuelles (meurent après la production de semences) ou de plantes pérennes (survivent plusieurs cycles de grenaison).

Les graminées

Les graminées ressemblent au riz quand elles sont petites (en fait, le riz est une graminée). Elles ont les feuilles longues et minces avec souvent des nervures parallèles. Les tiges rondes et creuses sont constituées de segments séparés de noeuds. Les racines sont fasciculées, c'est-à-dire le système racinaire ne comporte pas de racine principale (Figure 18.1).

Les graminées adventices les plus connues et les plus vivaces sont *Echinochloa crus-galonis* et *Ischaemum rugosum*.

Les cypéracées

Les cypéracées ressemblent un peu aux graminées. Elles ont les feuilles longues et minces ; les tiges sont lisses, polygonales ou triangulaires et pleines, rarement ronde et ne comportent généralement pas de noeuds (Figure 18.2).

Les cypéracées sont très fréquentes dans les rizières. Parmi les cypéracées annuelles les plus connues en riziculture, l'on peut citer en exemple *Cyperus difformis*, *Cyperus iria*, et *Kyllinga pumila*.

Référence 18

Connaissance des mauvaises herbes

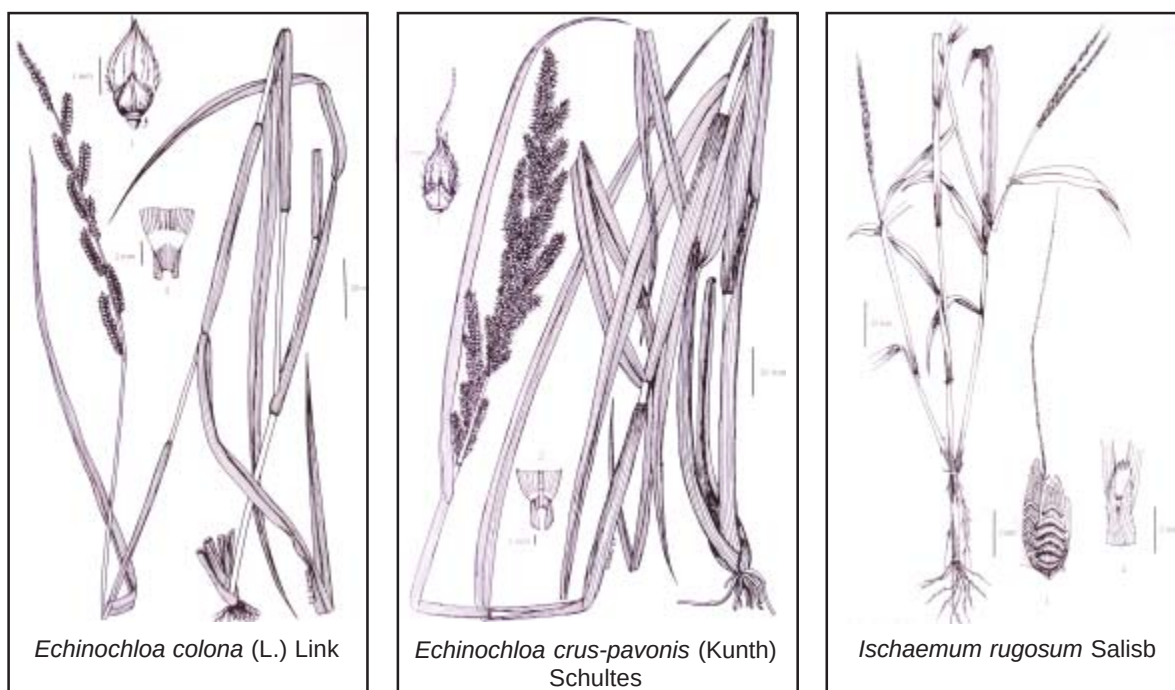


Figure 18.1. Trois graminées très répandues dans les bas-fonds



Figure 18.2. Trois cypéracées très répandues dans les bas-fonds

Référence 18

Connaissance des mauvaises herbes

Les adventices à feuilles larges

Les « feuilles larges » sont faciles à identifier. Leurs feuilles sont ovales et plus larges que celles des graminées et des cypéracées, avec des nervures ramifiées. Elles sont dotées d'une racine principale qui se développe en racine dite pivotante.

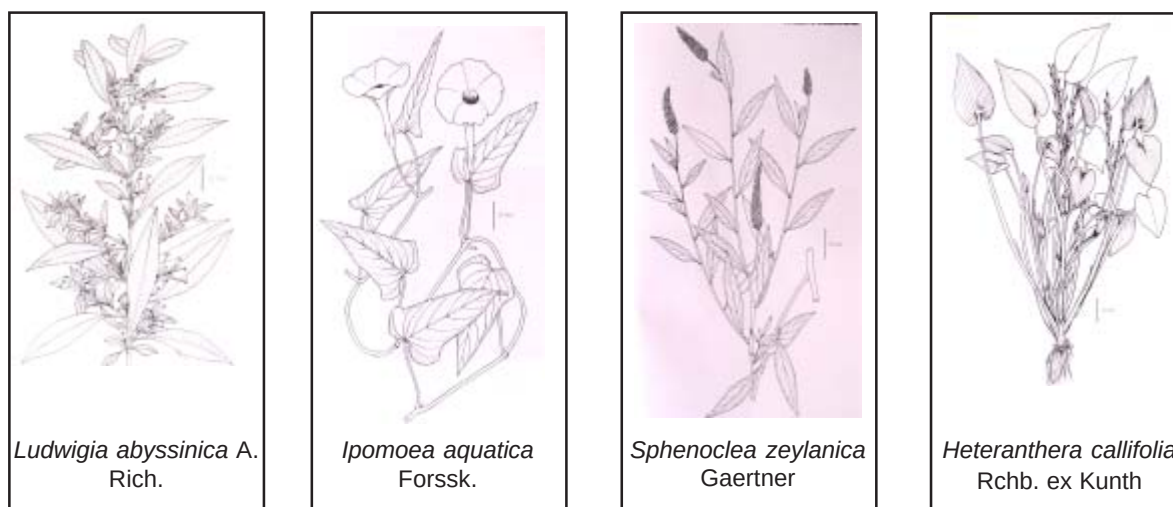


Figure 18.3. Quatre adventices à feuilles larges très répandues dans les bas-fonds

Les adventices à feuilles larges les plus fréquentes en riziculture de bas-fonds sont *Jussiaea abyssinica*, *Ipomoea aquatica*, *Sphenoclea zeylanica* et *Heteranthera callifolia*. Elles sont généralement plus faciles à contrôler que les graminées et les cypéracées.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Johnson D.E., 1997. Les adventices en riziculture en Afrique de l'Ouest. Weeds of rice in West Africa. Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO) – West Africa Rice Development Association (WARDA), 01 BP 2551, Bouaké, Côte d'Ivoire. ISBN 92 9113 1105.

Référence 19 La gestion intégrée des mauvaises herbes

Résumé

La gestion intégrée des mauvaises herbes consiste à combiner différentes méthodes de contrôle, pour assurer une bonne maîtrise des mauvaises herbes. La combinaison de ces méthodes n'implique pas nécessairement leur application simultanée. Il existe des méthodes préventives et curatives et la combinaison de différentes pratiques dépendra entre autres des espèces de mauvaises herbes présentes, de la gravité du problème, des conditions de culture et des parcelles, mais aussi des conditions socio-économiques et de la technicité du paysan. Pour des raisons d'efficacité technique et aussi de considérations économiques, la gestion intégrée doit être privilégiée par rapport à toute autre méthode prise isolément. Différentes méthodes de gestion des mauvaises herbes sont traitées ici.

Les méthodes de lutte préventive

Pour prévenir l'enherbement des rizières les mesures suivantes peuvent être utilisées :

- bien préparer le terrain : une bonne préparation du terrain, suivie d'une inondation de la parcelle durant au moins deux semaines, élimine les semences de la culture précédente et contribue à réduire la population des mauvaises herbes, dont la plupart ne supporte pas une submersion prolongée. Un bon planage est également important car si le sol est bien nivelé, la parcelle peut être facilement inondée avec une lame d'eau uniforme ;
- nettoyer les canaux et les abords de la parcelle : les canaux d'irrigation et les abords de la parcelle doivent être régulièrement nettoyés pour éviter que les semences des mauvaises herbes n'entrent dans le casier avec l'eau d'irrigation ;
- pré-irriguer la parcelle : une pré-irrigation de la parcelle induit la germination des mauvaises herbes dont la plupart peuvent être détruites par une culture ;
- utiliser des semences de qualité : une bonne semence ne contient pas de semence de mauvaises herbes et donnera un bon taux de germination et une bonne levée, qui permet de mieux lutter contre les mauvaises herbes au champ ;
- faire un bon choix variétal : une variété qui talle bien sera en général plus compétitive face aux mauvaises herbes. Certaines nouvelles variétés de riz de l'ADRAO (NERICA) issues d'un croisement du riz africain (*O. glaberrima* Steud.) et du riz asiatique (*O. sativa indica* L.) auront un rôle important à jouer pour promouvoir le développement de la riziculture dans les bas-fonds. Certaines de ces variétés sont dotées de bonnes dispositions pour lutter contre les mauvaises herbes (croissance rapide, capacité de tallage élevée, position foliaire appropriée). Les variétés NERICA sont des technologies très flexibles surtout quand elles sont introduites en milieu paysan en utilisant l'approche PVS (sélection variétale participative) ;
- épurer la parcelle : enlever les « hors types » de riz et les mauvaises herbes qui ont échappé aux autres mesures de lutte.

Référence 19

La gestion intégrée des mauvaises herbes

Les techniques culturales

Les techniques culturales qui peuvent contribuer à contrôler les adventices en riziculture irriguée sont :

- le repiquage comme mode d'implantation permet de donner au riz une « avance » du point de vue croissance et développement sur les adventices, réduisant ainsi l'effet de la compétition des mauvaises herbes. Le riz peut être repiqué dans le champ inondé ou le champ peut être inondé immédiatement après le repiquage afin de réduire le nombre de mauvaises herbes en germination ;
- le semis direct sous eau de semences pré-germées, avec maintien de la lame, réduit la population des adventices ; une densité de riz assez forte peut aussi augmenter la compétitivité vis-à-vis des mauvaises herbes ;
- dans les deux cas, la gestion de l'eau joue un rôle capital. Une bonne gestion de l'eau dans la parcelle contribue à réduire la population des adventices dont la plupart germent difficilement en condition submergée. Par exemple, il a été montré que *Echinochloa* spp. peut être contrôlé si une lame d'eau d'au moins 2 cm peut être maintenue dans la parcelle.

Les méthodes de lutte curative

La lutte contre les adventices peut se faire de manière efficace par :

- le désherbage manuel (y compris l'épuration) ;
- la lutte mécanique ;
- la lutte chimique (Référence 20).

Le désherbage manuel et la lutte mécanique sont relativement faciles dans le cas du repiquage et/ou du semis en ligne. Ils permettent l'utilisation de la houe rotative, de la daba, de la binette ou d'autres instruments traditionnels. Le désherbage manuel bien que mobilisant une main-d'œuvre importante s'avère très efficace. Le désherbage manuel en semis direct à la volée est difficile et peu efficace. Le désherbage peut durer longtemps, et porter préjudice à la culture.

L'épuration de la parcelle

L'épuration est une opération qui se fait généralement lorsque la plante adventive échappe au désherbage, du fait de sa ressemblance avec la plante cultivée. Dans le cas du riz, la plante adventive est une graminée, donc de la même famille que le riz, difficilement identifiable avant la floraison. L'épuration consiste à enlever de la parcelle, après floraison, toutes autres plantes fleuries outre que la plante cultivée (mauvaises herbes, variétés étrangères, riz sauvage). Un mélange de variétés diminue la qualité du paddy, ce qui affecte non seulement la qualité du riz blanc après transformation (produit hétérogène), mais également la qualité culinaire (cuisson non homogène, goût altéré) pouvant entraîner une dépréciation de la valeur de la production. À partir de la floraison il est important de procéder à l'épuration de la parcelle. Cependant, la floraison étant une phase très critique (Référence 8), entrer dans la parcelle pendant cette période peut endommager la culture. Afin d'éviter d'abîmer la culture en faisant l'épuration,

Référence 19

La gestion intégrée des mauvaises herbes

il faut observer les règles suivantes :

- localiser les plantes « hors type » et entrer lentement par le côté le plus proche de ces plantes en utilisant les bras pour se frayer un passage (éviter de porter des habits amples) ;
- si la plante adventive fleurit plus tôt que le riz (cultivé), procéder à son élimination avant la floraison du riz ; si le riz est plus précoce, attendre la floraison du « hors type » de riz et entrer dans la parcelle seulement tard le soir (après 16 h) ou très tôt le matin avant 9 h, pour épurer.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Johnson D.E., 1997. Les adventices en riziculture en Afrique de l'Ouest. Weeds of rice in West Africa. Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO) – West Africa Rice Development Association (WARDA), 01 BP 2551, Bouaké, Côte d'Ivoire. ISBN 92 9113 1105.

Référence 20

L'utilisation modérée des herbicides

Référence 20 L'utilisation modérée des herbicides

Résumé

La connaissance des producteurs en matière de règles de sécurité et des techniques d'application des herbicides est souvent médiocre. Ceci provoque une faible efficacité de ces herbicides, des problèmes de populations persistantes de mauvaises herbes, et des risques pour la santé du producteur et pour l'environnement. Cette référence donne des consignes pour une utilisation modérée des herbicides tout en respectant les règles de sécurité. Il existe beaucoup d'autres méthodes de lutte intégrée contre les mauvaises herbes. Ces méthodes doivent être promues (Référence 19) ou combinées avec l'utilisation des herbicides pour réduire le plus possible l'utilisation des herbicides par les producteurs.

Une mauvaise utilisation des herbicides peut être dangereuse pour la santé des producteurs, leurs cultures et l'environnement. L'option de la lutte chimique devrait être un dernier recours dans la lutte intégrée contre les mauvaises herbes (Référence 19). Il est très important de savoir que les herbicides sont des poisons qui peuvent être dangereux pour la santé et l'environnement s'ils ne sont pas correctement utilisés.

Le principal problème dans l'utilisation des herbicides en riziculture réside dans la méconnaissance, au niveau des producteurs, d'un certain nombre de facteurs qui jouent sur l'efficacité de cette méthode de lutte chimique mais également sur la santé de ses utilisateurs et sur l'environnement.

Pour augmenter l'efficacité des herbicides et pour arriver à une application sans danger, les paysans doivent améliorer sept points :

- le choix du produit ;
- les périodes de traitement ;
- la gestion de l'eau ;
- la vérification de l'équipement et son entretien ;
- le calcul du dosage ;
- la technique d'application ;
- le respect des règles de sécurité.

Choisir le bon produit

Pour la pratique des traitements herbicide, il est important de bien distinguer les différentes catégories d'herbicides qui sont les suivants :

- les herbicides sélectifs qui ont la propriété d'être actifs sur certaines espèces, sans l'être ou en étant peu efficaces sur d'autres. Dans les conditions normales d'utilisation, ils contrôlent les mauvaises herbes sensibles sans endommager la culture pour laquelle ils sont recommandés. En traitement sélectif, ils sont en général spécifiques à certains types de mauvaises herbes (produits contre les graminées, les cypéracées ou les dicotylédones annuelles) ;
- les herbicides non sélectifs ou totaux qui, en principe, tuent une large gamme d'espèces. Ils n'épargnent pas les cultures. Ils doivent être appliqués dans des conditions qui permettent d'éviter la plante cultivée ; des herbicides non sélectifs sont par exemple Gramoxone (paraquate) et Roundup (glyphosate).

Les herbicides de chacune de ces catégories sont classés soit comme produits de contact, soit comme produits systémiques, en fonction de la manière dont ils agissent pour détruire la plante ;

- les herbicides de contact détruisent les parties de la plante directement touchées par le produit, au moment de l'application. Ils sont peu ou pas efficaces contre les mauvaises herbes vivaces dont les organes souterrains de régénération ne peuvent pas être atteints par le produit ;
- les herbicides systémiques pénètrent dans la plante et sont transportés par la sève ; ils peuvent atteindre et agir sur tous les organes. Ce type d'herbicides, bien qu'efficace contre les plantes annuelles, est surtout indiqué pour les espèces vivaces telles que le riz sauvage à rhizomes et les cypéracées vivaces.

Tous les herbicides ne tuent pas forcément toutes les sortes de mauvaises herbes. Il convient de choisir l'herbicide qui peut tuer les herbes qui sont présentes au champ et qui est recommandé pour la riziculture de bas-fond.

Il est important de bien suivre les conseils qui sont en général imprimés sur l'étiquette de la bouteille contenant l'herbicide - IL EST IMPORTANT DE SUIVRE LES CONSEILS DU FABRIQUANT DU PRODUIT.

On trouve deux noms sur un produit d'herbicide : le nom *commercial*, p. ex. Tamariz, Herbextra, Basagran et le nom *chimique de la matière active*, p. ex. propanil, 2,4-D, bentazone. Un produit commercial peut aussi contenir deux produits chimiques ; Rical p. ex. contient du propanil et du thiobencarbe.

On classe les mauvaises herbes en trois groupes (Référence 18) : les graminées, les cypéracées et les adventices à feuilles larges.

Référence 20

L'utilisation modérée des herbicides

Graminées

Un exemple d'une matière active qui peut agir contre les graminées est le propanil. On le trouve dans les produits comme Tamariz, Rical et Garil.

Cypéracées

Il existe plusieurs matières actives pouvant agir contre les cypéracées, par exemple : 2,4-D ou bentazone, qui se trouvent dans les produits comme Herbextra, Herbazol ou Calliherbe.

Feuilles larges

Il y a plusieurs matières actives qui peuvent détruire les feuilles larges, par exemple le 2,4-D. On le trouve dans les produits Herbextra, Herbazol, Calliherbe.

Traiter au bon moment

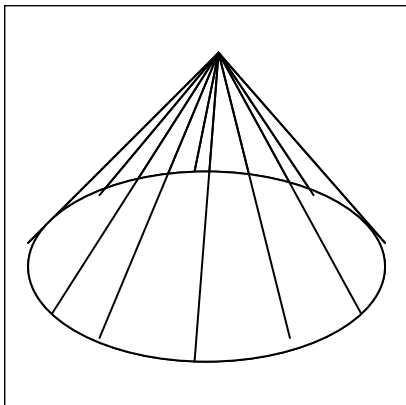
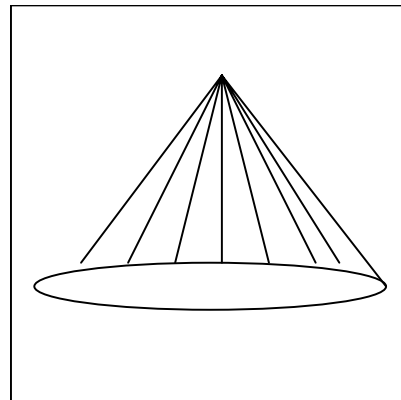
Les mauvaises herbes causent des dégâts surtout dans les six premières semaines après le semis ou le repiquage, même si elles sont petites. L'herbicide de contact est plus efficace quand les herbes sont très jeunes (2 à 3 feuilles). Ceci est spécifiquement important pour tuer les graminées et les cypéracées. Lorsque le traitement intervient tard, le produit est souvent moins efficace et les dégâts sur le riz seront plus importants.

N'oubliez pas l'eau !

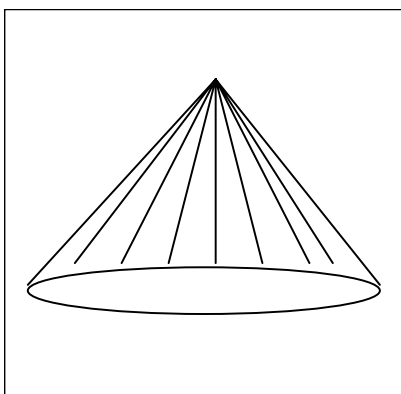
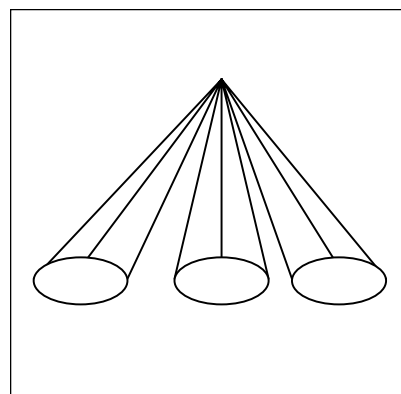
Pour la plupart des herbicides (mais pas pour tous), la parcelle doit être drainée 24 heures (une journée) avant de faire le traitement. Inonder la parcelle 2 à 3 jours après le traitement. Ceci pour éviter la germination de nouvelles herbes. Cependant certains produits tels que le Londax ou le Ronstar 12 L, sont appliqués sous une lame d'eau.

La buse

Deux buses sont couramment utilisées : les buses en tonneau qui donnent une pluie circulaire et produisent de petites gouttes. Ce type de buse est indiqué pour les traitements insecticides. Les buses qui donnent une pluie en ligne sont indiquées pour les traitements herbicides. Ils produisent des gouttes assez larges. Les buses qui ont un jet en tonneau nécessitent plus de pression que les buses qui donnent un jet rectiligne.

Jet conique (*insecticides*)Jet rectiligne (*herbicides*)**Figure 20.1** Différents types de buse

Les buses sont en général en plastique et sont facilement abîmées. Avant de commencer le traitement il faudra vérifier que la buse fonctionne correctement : remplissez le pulvérisateur à moitié avec de l'eau et testez la buse en appliquant de l'eau sur une surface sèche. Une buse en bonne condition produira une pluie uniforme. Si le résultat n'est pas satisfaisant, changer la buse. Les buses s'usent rapidement et doivent être changées fréquemment.

Buse en bonne condition*Buse en mauvaise condition***Figure 20.2.** Exemple de l'effet d'une buse en bonne et mauvaise condition sur l'application des herbicides

Référence 20

L'utilisation modérée des herbicides

Le dosage

Le dosage des herbicides pose beaucoup de problèmes aux riziculteurs et aux agents de vulgarisation. Nous avons essayé de simplifier les calculs en ramenant les quantités de produit en nombre de pulvérisateurs par hectare et en utilisant une unité de mesure facilement trouvable dans la plupart des marchés en Afrique de l'Ouest : une boîte de concentré de tomates de 50–60 ml.

Attention : ces calculs doivent être revus si la capacité de votre pulvérisateur n'est pas de 15 litres ou si plus ou moins de 20 pulvérisateurs par hectare sont nécessaires.

Des tests ont montré que pour mouiller un hectare avec une buse normale et un pulvérisateur de 15 litres, il faut 300 litres de solution, soit 20 pulvérisateurs. Pour un quart d'hectare, il faudra donc appliquer cinq pulvérisateurs. Si le paysan marche trop vite il utilisera moins de produit, s'il marche plus lentement il utilisera plus de produit.

La petite boîte de concentré de tomates

Il faut appliquer 1 litre ha⁻¹ de 2,4-D pour lutter contre les cypéracées et les feuilles larges. Cette recommandation correspond à une petite boîte de concentré de tomates (de 50 ml) de produit contenant 2,4-D (par exemple Herbazol) par pulvérisateur de 15 litres, comme montré ci-dessous :

1 litre = 1000 ml

20 pulvérisateurs (de 15 litres) par hectare

1000 ml / 20 = 50 ml par pulvérisateur

50 ml par pulvérisateur = 1 petite boîte de concentré de tomates par pulvérisateur

Il faut appliquer 5 litres ha⁻¹ de propanil pour lutter contre les graminées. Cette recommandation correspond à cinq petites boîtes de concentré de tomates de produit contenant du propanil (par exemple Garil) par pulvérisateur.

Attention : ces calculs sont seulement valables lorsque la capacité de votre pulvérisateur est de 15 litres et le taux d'application 300 litres/ha, sinon ils doivent être revus.

Utilisez une bonne technique de traitement

Une bonne technique d'application aidera fortement dans la lutte contre les mauvaises herbes. Il est important d'appliquer le produit d'une façon uniforme. Si le traitement est fait au hasard, il y aura des parties bien traitées et des parties pas ou mal traitées.

Référence 20

L'utilisation modérée des herbicides

Remplissez le pulvérisateur à moitié avec de l'eau et testez la largeur du jet et la régularité du jet sur le sol nu, hors du champ. Calibrez ou changez la buse si le jet n'est pas régulier. Variez la hauteur de la lance pour voir l'effet sur la largeur du jet. Si on abaisse la lance, la largeur de la surface traitée diminue. Si on soulève la lance, cette surface augmente. Une hauteur de 0,7 m est généralement conseillée. Maintenez cette hauteur en traitant.

Avec le pulvérisateur à moitié rempli d'eau, ajouter le ou les produit(s) chimique(s) en utilisant la petite boîte de concentré de tomates. Rincez la petite boîte avec de l'eau propre et verser le contenu dans le pulvérisateur. Remettez le couvercle sur le pulvérisateur, remuez et remplissez complètement avec de l'eau, remuez encore.

Testez l'appareil pendant cinq secondes hors du champ. Ceci est important pour être sûr que la lance est bien remplie avec le produit. Commencez à traiter le champ. La lance doit être maintenue à une hauteur constante. Pompez doucement et régulièrement, soit une fois tous les deux pas.

Marchez en faisant des pas réguliers. Moins de produit touchera le sol si vous marchez rapidement. Beaucoup de produit se versera sur le sol si vous marchez lentement – 60 m par minute est bon.

Couvrez totalement la parcelle. Si le riz est semé en lignes, celles-ci serviront de repères, sinon, on peut se guider avec les traces de ses propres pas ou alors planter des piquets de repère. À la fin du traitement, lavez bien le pulvérisateur et les équipements accessoires (masque, lunettes et gants) avec de l'eau propre. Laver les mains et les habits avec du savon.

À faire :

- utiliser l'herbicide adapté pour le travail ;
- traiter tôt quand les mauvaises herbes sont petites ;
- vérifier les performances de votre buse ;
- se rappeler d'inonder le champ 2 à 3 jours après le traitement ;
- suivre les conseils du fabricant écrites sur l'étiquette.

À ne pas faire :

- traiter quand il y a du vent, si la pluie menace ou immédiatement après une pluie ;
- se promener dans tout le champ en balançant la lance de tous les côtés, lors du traitement ;
- contaminer les cours ou points d'eau et les canaux de drainage avec les herbicides.

Référence 20

L'utilisation modérée des herbicides

Respect des règles de sécurité

Mise en garde : les herbicides sont des poisons !

- Maintenir les herbicides et les conteneurs d'herbicides hors de la portée des enfants
- Tenir les enfants à l'écart du champ au moment du traitement
- Porter des gants, lunettes et masque durant l'application
- Bien se laver avec du savon après avoir touché la boîte de produit et après le traitement
- Laver les habits et ustensiles utilisés avec du savon
- Ne jamais manger, boire, fumer ni toucher la bouche et les yeux en utilisant les herbicides
- Si le produit entre dans vos yeux, rincer les abondamment avec de l'eau et se rendre le plus vite possible au poste de santé le plus proche
- Suivre les conseils du fabricant
- Se débarrasser soigneusement des conteneurs vides



Figure 20.3. Utiliser des gants, masque et lunettes pendant l'application des herbicides. Après l'utilisation des herbicides : bien laver son corps, les ustensiles et les habits avec du savon

Référence 20

L'utilisation modérée des herbicides

Tableau 20.1. Herbicides utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes en riziculture de bas-fonds et conditions optimales d'application.

Noms	Matières actives (g/l)	Cibles	Stades	Doses (l/ha)	Condition d'application	Observations
Propanil Stam f34 Surcopur	Propanil : 360	Graminée Dicotyl. Cypéracée	2-3 feuilles adventices	5 à 8	Après drainage	Agit par contact
Weedone TP	2.4 D : 480	Cypéracée Dicotyl.	2-3 feuilles adventices	1 à 1,5	Après drainage	Agit par contact
Basagran PL2	Bentason : 140 Propanil : 360	Graminée Dicotyl. Cypéracée	2-3 feuilles adventices	6 à 8	Après drainage	Agit par contact
Garil	Triclopyr : 72 Propanil : 60	Graminée Dicotyl. Cypéracée	2-3 feuilles adventices	5	Après drainage	Agit par contact
Ronstar 12 L	Oxadiazon : 120	Graminée Dicotyl. Cypéracée	Pré-levée riz et adventices	6	Application sur lame d'eau, 3 JAS, (R)	
Ronstar PL	Oxadiazon : 120 Propanil : 360	Graminée Dicotyl. Cypéracée	Post-levée riz et adventices	5	Après drainage	Agit par contact
Ronstar 25 EC	Oxadiazon : 120	Graminée Dicotyl. Cypéracée	Pré-levée riz et adventices	4	Application sur sol humide	Avant germination des adventices
Londax	Bensulfuron- méthyle	Cypéracée Dicotyl.	2-5 feuilles adventices	80 g/ha	Application sur lame d'eau	Application avec bouteille

JAS (R) : Jour après semis ou repiquage

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Kent R., Johnson D.E., 2001. Influence of flood depth and duration on growth of lowland rice weeds, Côte d'Ivoire. *Crop Protection* 20 (8): 691–694.
- Johnson D.E., Kent R., 2002. Impact of cropping on weed species composition across a hydrological gradient in West Africa. *Weed Research* 42 : 89–99.
- Diallo S., Johnson D.E., 1997. Les adventices du riz irrigué et leur contrôle. In : K.M. Miézan, M.C.S. Wopereis, M. Dingkuhn, J. Deckers, T.F. Randolph (Eds). *Proceedings of the international workshop Irrigated rice in the Sahel: Prospects For Sustainable Development*, St-Louis, Sénégal, pp. 311–327.

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

Référence 21 Les insectes de la culture de riz

Résumé

Les insectes de la culture de riz incluent les insectes nuisibles et leurs ennemis naturels, les insectes utiles. La gestion intégrée des insectes, sans utilisation d'insecticides nécessite une bonne connaissance de leur cycle de développement. Cette référence présente les grandes familles des insectes utiles et nuisibles pour la culture de riz, ainsi que leur cycle de développement et propose des méthodes de lutte intégrée contre les insectes nuisibles. Les dangers dans l'utilisation et la manipulation des insecticides sont également abordés.

Un écosystème est un environnement naturel formé par des interactions dynamiques entre des éléments biotiques et abiotiques dans une zone définie. Les éléments biotiques incluent des plantes, insectes (déprédateurs, leurs ennemis naturels, décomposeurs), microbes et autres organismes vivants. Les éléments abiotiques incluent les éléments du temps comme la température, l'humidité relative, le vent, le rayonnement du soleil, la pluie, les sols. Chaque élément a ses caractéristiques spécifiques et joue un rôle particulier dans le système qui, en fonction du temps et de l'endroit, influencera la distribution de la population des organismes vivants. Le terme écosystème implique aussi les flux des éléments nutritifs et l'énergie à l'intérieur du système.

L'écosystème riz est une composition plutôt complexe d'éléments biotiques et abiotiques, lui donnant ainsi une stabilité relative. L'utilisation abusive de pesticides déranger cet équilibre parce que les ennemis naturels des insectes nuisibles et autres organismes non ciblés dans la rizière sont aussi tués.

Le fondement des concepts de lutte intégrée contre les déprédateurs (LID) et de GIR se trouve dans la stabilité du système agro-écologique et dans l'efficacité économique. En entretenant la stabilité du système agro-écologique, les populations de déprédateurs peuvent être maintenues à des niveaux faciles à gérer. Pour y parvenir, il faut tenir compte des points suivants :

- le nombre, la position, le rôle et l'intensité de tous les éléments d'un écosystème se transforment et se développent continuellement. Ils forment un système vivant, en mouvement continu : un écosystème dynamique ;
- dans chaque écosystème on trouve une structure hiérarchique. Par exemple : les plantes produisent de la nourriture végétale qui nourrit des herbivores. Les herbivores (dont les déprédateurs font partie) mangent les plantes sous différentes formes d'attaque. Les herbivores servent de nourriture aux carnivores (parmi lesquels les ennemis naturels), qui à leur tour peuvent être mangés par d'autres carnivores. Finalement, chaque organisme sert de nourriture aux décomposeurs. Si, dans un système agro-écologique il n'y a pas d'ennemis naturels, les déprédateurs vont proliférer et détruire la culture. Les ennemis naturels dans les champs sont donc un mécanisme de protection important. Ainsi, le maintien de l'équilibre entre les différents éléments qui composent l'écosystème est primordial pour sa durabilité.

La biodiversité

Un écosystème sain a un haut degré de diversité, aussi bien dans le nombre d'espèces que dans la diversité génétique parmi les individus dans une même population. Dans la pratique cela veut dire que dans cet écosystème on voit différentes sortes de plantes et d'animaux. Les vers de terre qui augmentent la fertilité des sols et les ennemis naturels tels que les araignées, les cochenilles, les grenouilles et les lézards qui aident à supprimer les populations de déprédateurs, sont des animaux utiles. Si on ne trouve pas beaucoup de ces animaux utiles dans un agro-écosystème, ceci peut être dû à une multitude de problèmes, comme :

- l'utilisation intempestive de pesticides qui ont tué ces animaux utiles ;
- la rareté de la nourriture pour les ennemis naturels. Au stade larvaire, la plupart des ennemis naturels mangent d'autres animaux comme les chenilles et sauteriaux, tandis que les adultes peuvent vivre du miel ou du pollen des plantes sauvages dans l'environnement. C'est pourquoi une grande variété de plantes est nécessaire, pour maintenir les populations de ces ennemis naturels. Plus la végétation d'un système agro-écologique est diversifiée, plus les populations d'ennemis naturels seront diversifiées et plus il y aura de chance pour que les populations de déprédateurs soient éliminées de façon naturelle ;
- la structure du sol qui ne permet pas d'avoir des vers de terre ou d'insectes du sol. Des conditions défavorables pour les habitants des sols sont : le sol ne contient pas assez de matière organique ou le champ a été trop longtemps inondé.

Les ennemis naturels

Les animaux de grande taille vivent normalement plus longtemps et ont peu de descendants tandis que les petits animaux ont de courts cycles de vie et beaucoup de descendants. Les insectes ont une immense quantité de descendants. Un couple de foreurs a environ 100 descendants, qui deviendront tous des foreurs adultes. Si dans un mois, chaque femelle produit à son tour 100 descendants survivants et productifs, la croissance de la population de foreurs atteindrait en six mois plus de trente milliards. Heureusement qu'il y a maints facteurs de mortalité qui réduisent (naturellement) la croissance des populations d'insectes et de tout être vivant. La croissance des populations de tous les organismes vivants est réglée par des conditions environnementales défavorables et par les ennemis naturels.

Qu'est-ce qu'un ennemi naturel ?

Un ennemi naturel est un organisme vivant qui tue, nuit et provoque des maladies dans d'autres organismes vivants. Il y a trois types d'ennemis naturels :

- les prédateurs ;
- les parasites ;
- les pathogènes.

Les prédateurs

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

Ce sont des animaux qui chassent et mangent d'autres animaux : tigres, serpents, araignées et des coccinelles. Le corps d'un prédateur est adapté à chasser, tuer et manger ses proies. Généralement, les prédateurs ont des dents ou parties de bouche, très puissantes, une excellente vision et des pattes fortes.

Les parasites

Les parasites consomment aussi d'autres organismes, mais en entrant dans le corps de leurs victimes où ils se nourrissent de leurs tissus et fluides, ce qui affaiblit ou même tue la victime. Le parasite vit donc aux dépens d'un autre organisme, qui est la victime ou l'« hôte » dont le parasite retire toutes ses ressources alimentaires.

Les pathogènes

Les pathogènes sont des micro-organismes qui provoquent des maladies. Comme les parasites, ils entrent dans le corps de leur hôte. Ils vivent à l'intérieur de l'hôte et s'y multiplient, affaiblissent et finalement tuent leur hôte. Les bactéries, champignons et les virus sont des formes de pathogènes.

Les prédateurs du riz : les insectes utiles

Les prédateurs du riz comprennent les araignées, les fourmis, certaines familles d'insectes comme les carabes, les punaises (assassins), les amphibiens, les libellules, et autres coléoptères et punaises aquatiques, mais les plus importants sont les **araignées**. En effet, une araignée peut consommer par jour une trentaine de cicadelles blanches. Les araignées ne sont pas des insectes, ce sont des arachnides. C'est-à-dire des animaux dont la tête et le cou sont confondus. Une des particularités des araignées est qu'elles ne consomment jamais de riz, elles ne se nourrissent que d'insectes, contrairement aux insectes prédateurs qui se nourrissent de riz et d'insectes.

Les principales familles d'araignées communes aux rizières africaines sont les suivantes :

- la famille des *Lycosidae* : les araignées « loup ». Elles sont ainsi appelées parce qu'on les rencontre toujours en bande de 3 ou 4 comme les loups en Europe, p.e. *Pardosa* spp, *Lycosa* spp, *Wadicosa* spp. ;
- la famille des *Thomisidae* : les araignées « crabe ». Elles sont ainsi appelées parce qu'elles ressemblent effectivement à des crabes et peuvent changer de direction sans se retourner comme les crabes, p.e. *Thomisus* spp. ;
- la famille des *Tetragnatidae* : les araignées géantes. Les parties du corps de ces araignées sont non seulement longues mais bien développées, p.e. *Tetragnata* spp. ;
- la famille des *Araneidae* ou *Argiopidea* : les vraies tisseuses. Ce sont les espèces qui tissent de vraies toiles d'araignées, p.e. *Argiope* spp., *Gasteracantha* spp. ;
- la famille des *Pholcidae* : « Grand-père longues jambes ». Ce sont des araignées aux jambes très

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

longues et très fines, p.e. *Pholicus* spp. ;

- la famille des *Salticidae* : les araignées sauteuses. Pour leur déplacement ils ne courent ni ne marchent mais sautent, p.e. *Salticus* spp.

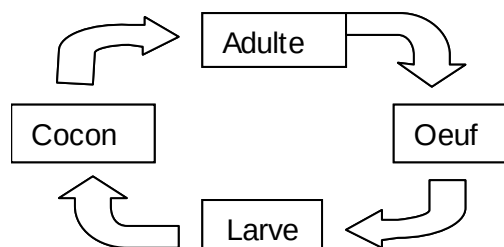
Les plus importants déprédateurs du riz : les insectes nuisibles

On peut grouper les insectes nuisibles du riz selon le type de dégâts qu'ils provoquent. Les cinq principaux groupes d'insectes qui s'attaquent aux plantes de riz sont :

- les foreurs de tiges ;
- les défoliateurs ;
- les piqueurs, suceurs ;
- les coupeurs de racines ;
- les ravageurs de stocks.

Il existe une cinquantaine d'espèces réparties en deux ordres : les lépidoptères et les diptères. Les plus importantes espèces de l'ordre des lépidoptères sont : *Chilo* spp., *Maliarpha separatella*, *Sesamia calamistis*, *Nymphula depunctalis*, *Eldana saccharina*, *Scirpophaga* spp. Dans l'ordre des diptères on trouve *Diopsis* spp. et *Orseolla oryzivora*. Cette dernière espèce provoque la cécidomyie du riz (Références 21 et 22).

La plupart des insectes se présentent sous quatre stades différents : l'adulte, l'œuf, la larve et le cocon ou la nymphe. Ce sont des stades d'évolution de l'insecte, formant le cycle de vie.



Les foreurs de tiges

Les foreurs de tiges constituent les ravageurs les plus importants, infestant les plants de riz du stade de plantule à la maturité. Il y a principalement deux types de dégâts :

1. Les dégâts causés sur les jeunes plants en début et en cours de tallage. Les chenilles pénètrent dans les gaines foliaires et à la base de la jeune tige ; le dégât pouvant entraîner la mort de la tige : le cœur mort. (Référence 23)
2. Les dégâts causés à partir de la panicule : les panicules blanches (Référence 23). Les jeunes chenilles (surtout de 2^e génération) se groupent à quelques centimètres en dessous de la panicule à

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

l'intérieur de la hampe florale. Celle-ci se dessèche entièrement et donne, selon le moment de l'attaque, une panicule entièrement blanche ou desséchée. La cassure peut intervenir par la suite.

En dehors de ces deux cas bien visibles, toute atteinte sur la tige est aussi néfaste. Lorsque l'insecte attaque alors que la plante a atteint un stade avancé de développement, la chenille âgée se loge dans les parties basses de la tige et peut assurer la réduction ou la rupture de l'alimentation de la panicule. Le dégât se traduit alors le dessèchement d'une ou plusieurs ramifications entraînant la réduction du nombre de grains récoltables. Cet effet, beaucoup moins visible que les précédents, entraîne une réduction de poids que l'on ne peut apprécier que sur la bascule.

Les défoliateurs

Les dégâts occasionnés par les destructeurs de feuilles se font généralement par prélèvement de fragments aux extrémités des feuilles. Dans d'autres cas les feuilles peuvent être complètement coupées. Souvent ces dégâts restent sans grande importance économique quand la plante est suffisamment développée. Par contre en début de la culture et jusqu'au milieu du tallage, des infestations peuvent atteindre une grande partie du végétal et entraîner des destructions irréparables.

Une espèce assez répandue est *Nymphula depunctalis*. Il s'agit d'un petit papillon blanc nacré de 10 à 12 mm. Les œufs sont déposés en rangs serrés le long des feuilles. La larve, dès sa naissance, grimpe sur une feuille et la cisaille transversalement à quelques millimètres de l'extrémité en laissant un lambeau qui sert d'attache. Le fragment de feuille s'enroule par manque de turgescence autour de la chenille. Celle-ci ferme ensuite cet étui par quelques films de soie, achève de découper le restant du morceau, puis se laisse tomber dans l'eau. Ainsi protégée, elle peut se déplacer à la surface de l'eau, la partie antérieure de son corps étant sortie hors de l'étui. Elle nage vers une tige de riz sur laquelle elle monte et s'alimente. Elle peut ainsi passer facilement d'une tige à une autre. Au cours de sa vie larvaire elle change plusieurs fois de fourreau. La mise à sec pendant au moins trois jours est un moyen efficace de lutte. D'autres espèces défoliateurs sont : *Cnaphalocrocis medinalis*, *Marasmia trapezalis*, *Diacrisia scortilla*, *Parnara spp.*, *Hispides spp.*

Les piqueurs, suceurs

Les insectes piqueurs, suceurs peuvent attaquer les feuilles, tiges ou grains. Ils sont parfois nombreux et peuvent causer des dégâts importants en cas de forte pullulation. On regroupe dans cette catégorie les punaises, les aleurodes, les acariens qui provoquent des dégâts surtout en phase de maturation ; aux stades laiteux et pâteux.

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

Les coupeurs de racines

Les coupeurs de racines sont les insectes dont la plupart se développent partiellement ou totalement dans le sol. Certains se retrouvent exclusivement dans les bas-fonds lorsque d'autres ne se rencontrent que dans les conditions de plateau.

La courtilière du riz : Gryllotalpa africana

Ce sont des insectes qui appartiennent au même ordre que les criquets. Même si elles sont présentes dans tous les écosystèmes, les courtilières sont plus abondantes dans les plateaux. Les dégâts sont plus importants en bordure de champ.

Les termites

On les rencontre dans les bas-fonds comme dans les plateaux. Leur présence est toujours favorisée par l'absence d'eau. C'est la raison pour laquelle l'inondation des parcelles est le meilleur moyen de lutte contre ces insectes. Elles se nourrissent de racines et des éléments souterrains de la plante, ce qui provoque le jaunissement et le dessèchement des feuilles. Les espèces les plus rencontrées dans les rizières sont les *Microtermes*, les *Macrotermes*, et les *Trinervitermes spp.*

Le charançon des eaux : Afroryzophilus djibai

Cet insecte séjourne exclusivement dans les bas-fonds, dans les eaux boueuses des rizières. La larve qui est le stade nuisible se nourrit exclusivement de racines de riz.

Les ravageurs de stocks

Le riz stocké est attaqué par une gamme variée d'insectes dont l'identité et le cycle différent de ceux rencontrés au champ. Ce sont pour la plupart des insectes polyphages attaquant non seulement le riz mais aussi d'autres grains entreposés. Les insectes des grains stockés se répartissent en deux groupes selon le mode d'infestation. Certains commencent à attaquer les récoltes au champ et sont introduits dans le grenier ou le magasin par les récoltes. C'est le cas des charançons, de l'alucite. Les autres n'attaquent que pendant le stockage ; ils proviennent soit de l'intérieur, soit de l'extérieur du magasin.

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

La lutte contre les insectes

Les pratiques culturelles

Il s'agit des pratiques culturelles qui empêchent la multiplication des insectes nuisibles et en même temps favorables au riz. Les plus importantes pratiques culturelles sont :

- la destruction des souches de riz et des résidus de récolte, lieu où les larves et/ou nymphes peuvent survivre d'une saison à l'autre ;
- le respect et la synchronisation du calendrier cultural, afin d'éviter la prolifération des insectes ;
- l'utilisation de semences saines ou traitées ;
- soins culturaux et destruction des foyers d'infection primaires ou de plantes hôtes (adventices) ;
- la rotation culturale dans la mesure du possible afin de rompre le cycle des insectes et éviter la prolifération ;
- les cultures associées ou intercalaires pour limiter la propagation des insectes entre les plantes.

Pour être efficace, les pratiques culturelles de lutte contre les insectes nécessitent d'être appliquées sur de grandes superficies. Étant donné que les paysans gèrent généralement des superficies d'un hectare ou moins, les pratiques culturelles de lutte nécessitent des accords et une organisation communs au niveau des bas-fonds.

Le contrôle biologique

Il s'agit de limiter la densité des déprédateurs par l'action des ennemis naturels comme les prédateurs, parasites ou pathogènes. On peut distinguer deux stratégies : la conservation et l'augmentation des ennemis naturels. La conservation consiste simplement à ne pas détruire les ennemis naturels par les pratiques culturelles et autres interventions comme la lutte chimique. L'augmentation par contre consiste à augmenter de façon artificielle la quantité d'ennemis naturels dans le milieu. À cet effet, il faut procéder à l'élevage et à la libération des ennemis naturels ce qui est très rare en Afrique. Ce qui est utilisé c'est la conservation naturelle qui entraîne de fait une augmentation naturelle. L'exemple typique est celui des deux parasitoïdes de la cécidomyie. Il faut encourager les paysans à conserver autour du champ le *Paspalum scrobiculatum* (Référence 22) qui est le gîte préféré de ces deux parasites. Plus cette plante est produite, plus les populations des ennemis naturels augmentent autour du champ, ce qui entraîne naturellement une baisse des populations de la cécidomyie.

Par ailleurs, il est prouvé qu'après le désherbage si l'on entasse autour des tiges de riz les résidus d'herbe, cela conduit à l'augmentation des populations d'araignées qui s'y cachent le jour et chassent la nuit les foreurs de tige qui ont une activité nocturne. Ces différentes méthodes sont appelées des méthodes de conservation et d'augmentation. Ainsi plusieurs types de pratiques culturelles constituent des méthodes de conservation en lutte biologique.

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

D'autres solutions en application de la lutte biologique peuvent être envisagées, notamment l'emploi prometteur des attractifs sexuels (phéromones) très spécifiques qui, une fois synthétisés, pourraient contribuer à la destruction des ravageurs par piégeage ou en combinaison avec un insecticide. Ce procédé commence à se développer dans le cas de certains lépidoptères des cultures fruitières. Les phéromones de *Chilo suppressalis* et *Chilo zacconius* sont connues et des composantes de synthèse sont en cours d'expérimentation. Ces « produits » sont appelés à un avenir prometteur, notamment dans la « prédiction » des infestations et des interventions de lutte qui doivent en résulter, car les substances sexuelles attractives permettent de détecter de très basses populations d'insectes, notamment au début des pullulations. Cependant, pour le moment il n'y a pas de phéromones disponibles en Afrique.

Le contrôle biologique a l'avantage d'être peu dangereux pour la santé et l'environnement. Cependant cette lutte demande souvent une gestion relativement complexe et requiert des investissements assez importants et un certain niveau de technicité.

Le contrôle génétique

Cette méthode de lutte consiste à utiliser les variétés tolérantes ; elle est généralement peu coûteuse pour les paysans et peu contraignante pour l'environnement. On peut distinguer les variétés selon leur résistance et les classer comme peu, moyennement et hautement résistantes. Il existe deux types de résistance génétique : la résistance verticale, qui est une résistance des variétés contre certains insectes et la résistance horizontale qui est une résistance contre la plupart des insectes.

Le contrôle chimique

La lutte chimique au moyen d'insecticides a l'avantage d'être généralement assez efficace en tuant l'insecte en peu de temps. En plus, les insecticides sont souvent largement disponibles dans les magasins. Cependant l'utilisation des insecticides est assez chère et pose des contraintes techniques. Les épandages de liquides par pulvérisation sont peu précis et moins efficaces que les traitements par granulés qui présentent l'avantage de pouvoir être appliqués à la main ou avec du matériel peu coûteux. Certains paysans utilisent le furadan pour éviter la prolifération des foreurs de tiges. Il y a un danger lié à l'utilisation fréquente des insecticides parce que certains insectes ont la capacité de s'adapter aux insecticides et ainsi devenir résistants. En plus, la plupart des insecticides ne sont pas spécifiques et tuent aussi bien les insectes nuisibles que les insectes utiles. L'utilisation des insecticides constitue donc un grand danger pour l'écosystème et l'environnement et cette alternative ne devrait s'appliquer qu'en dernier ressort, après avoir envisagé toutes les autres possibilités existantes.

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

La lutte intégrée contre les insectes

La lutte intégrée contre les insectes consiste à maintenir les insectes nuisibles à un niveau suffisamment bas sans perturber la stabilité de l'écosystème et en assurant l'efficacité économique de la culture de riz. La lutte intégrée consiste à raisonner et combiner judicieusement les différentes techniques de lutte.

Les pesticides et les ennemis naturels

Qu'est-ce qu'un pesticide ?

Dans beaucoup de langues locales, le mot pour « remède » ou « médicament » est souvent utilisé quand on réfère aux pesticides. Pourtant, les pesticides ne sont ni des remèdes ni des médicaments, mais plutôt des poisons qui tuent. Ceci devient plus clair quand on étudie les noms et la signification des noms donnés aux différentes sortes de pesticides :

- insecticide = tue les insectes ;
- raticide = tue les rats ;
- fongicide = tue les champignons ;
- bactéricide = tue les bactéries ;
- herbicide = tue les (mauvaises) herbes ;
- nématocide = tue les nématodes (des nématodes sont des vers microscopiques).

Certains pesticides agissent sur la respiration ou la digestion. D'autres tuent indirectement en agissant sur le développement ou la reproduction. Quel que soit le mécanisme, le résultat est le même : le prédateur est tué. Mais pas seulement le prédateur ! D'autres insectes, dont des ennemis naturels et même des animaux et des hommes peuvent tomber malades ou être tués par contact avec les pesticides.

Nous devrions éviter d'appeler les pesticides des *médicaments* ou *remèdes* et les appeler par ce qu'ils sont : des poisons. Ainsi, nous nous rappelons nous-mêmes et à d'autres que les pesticides sont dangereux et que leur utilisation devrait être évitée autant que possible. S'il est absolument nécessaire d'en utiliser, ils doivent être utilisés avec beaucoup de précaution, parce qu'ils sont dangereux pour la santé humaine et pour l'environnement.

Les insecticides sont divisés en deux grands groupes selon la façon dont ils agissent. Il y a des insecticides qui sont immédiatement absorbés par les insectes qui rentrent en contact avec cet insecticide; ce sont des insecticides de contact. L'autre type d'insecticide : l'insecticide systémique qui entre dans le corps de l'insecte par le biais de sa nourriture, l'insecticide sur la nourriture tue l'insecte quand il passe dans ses intestins. Les insecticides systémiques sont appliqués sous forme de granulés sur le sol et absorbés par les plantes. Quand les insectes mangent ces plantes, ils absorbent le pesticide systémique. Normalement, les insecticides de contact sont pulvérisés sur les plantes et les insectes entrent en

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

contact avec cet insecticide en se déplaçant sur cette plante. Les deux types d'insecticides sont toxiques pour les ennemis naturels.

Pesticides, ennemis naturels et déprédateurs

La plupart des paysans ont remarqué que les problèmes de déprédateurs comme les aphides et autres insectes de petite taille, sont apparus depuis qu'ils ont commencé à utiliser des insecticides. Il y a deux raisons qui expliquent ce phénomène :

- les insecticides ne tuent jamais tous les déprédateurs individuels dans un champ. Les insectes qui survivent sont plus résistants à ce pesticide que ceux qui sont morts. Les insectes survivants sont ceux qui se reproduisent et ils donnent leurs caractéristiques de résistance à la génération suivante. Si l'insecticide est fréquemment appliqué à de fortes doses, la sélection d'insectes résistants intervient rapidement. Les insectes à court cycle de vie comme les aphides peuvent développer une résistance aux insecticides rapidement ;
- les pesticides tuent les ennemis naturels. Les ennemis naturels sont plus sensibles aux pesticides que les déprédateurs. Le cycle de vie de la plupart des ennemis naturels est plus long que celui des déprédateurs. Ceci veut dire que les ennemis naturels auront besoin d'une longue période pour récupérer et atteindre le niveau de population après une application de pesticide. Sans ennemis naturels pour limiter leur nombre, les insectes déprédateurs peuvent se multiplier très rapidement.

Pesticides et santé humaine

Les effets des pesticides sur la santé humaine peuvent être aigus ou chroniques. Les symptômes aigus d'empoisonnement sont : nausée, vomissements, la vision trouble et des tremblements. Si durant une longue période, des pesticides sont fréquemment utilisés, les effets peuvent devenir chroniques, alors les symptômes sont : changements dans la pression sanguine, maladies cardiaques, problèmes dermatologiques, problèmes du système nerveux et cancers. Les pesticides peuvent tuer les êtres humains. L'Organisation mondiale de la santé des Nations unies a publié que chaque année environ 1 million de personnes sont empoisonnées par les pesticides, 20 000 en meurent.

Quelques règles de sécurité

Pour se préserver des dangers liés à l'utilisation des pesticides, il est important d'observer les règles de sécurité suivante :

- toujours porter les équipements de protection (masque, lunettes, gants et bottes) lors du traitement ;
- respecter les recommandations relatives aux doses et possibilités d'association des produits ;
- éviter autant que possible d'appliquer les produits en période de forte chaleur ou d'ensoleillement (entre 11h et 16h) et dans le sens contraire à la direction du vent ;
- ne jamais fumer pendant le traitement, ni avant de se laver proprement ;

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

Tableau 21.1. Les insectes de la culture de riz.

Nom du dégât	Ordre/Famille/espèce	Types de dégâts	Description symptôme	Stade nuisible de l'insecte	À quel stade la plante est sensible	Impact sur le rendement
Panachure jaune RYMV	Coléoptères Sauterelles Cicadelles	Destruction des feuilles Feuilles coupées Taches en forme de ligne	Jaunissement précoce Rabougrissement	Adulte	Stade végétatif, même au repiquage	Parfois on ne récolte rien
Tube d'oignon	Insecte ; la cécidomyie	Il n'y a pas de destruction des feuilles	Certaines feuilles sont transformées en tubes jaunes blanc qui ressemblent à l'oignon	Larve (petit ver jaune)	Végétatif	Parfois on ne récolte rien
Cœur mort	Insecte ; Diopsis	Pas de destruction des feuilles	Certaines feuilles sont transformées en tubes jaune marron ; appelé cœur mort	Larve (petit ver de couleur jaune)	Végétatif précoce	Malgré l'attaque on récolte beaucoup de riz
Panicule blanche	Petits papillons marrons ou blancs <i>Maliarpha</i> <i>Chilo</i> <i>Scirpophaga</i> <i>Sesamia</i>	Pas de destruction des feuilles	Certaines feuilles sont transformées en tubes jaune marron et après les panicules sont blanches et vides que l'on peut arracher sans résistance	Petits vers de couleur jaune ou rose	Tallage Montaison Épiaison	Malgré l'attaque on récolte beaucoup de riz
Défoliation	Petit papillon blanc <i>Nymphula</i>	On observe beaucoup de particules de feuilles coupées qui flottent à la surface de l'eau	Les feuilles des plantes de riz sont coupées au sommet et on observe un blanchissement du champ	Larve	Début tallage	Très souvent le champ de riz récupère et il n'y a pas de pertes
Destruction des racines très	Termites Microtermes Macrotermes	Pas de formation de tube Pas de destruction des feuilles	Jaunissement et assèchement précoce des feuilles	Termites adultes, « ouvrier »	Quand il y a un déficit d'eau à tout moment du cycle	Les pertes peuvent être considérables
Noircissement grains	Punaise à mauvaise odeur <i>Aspavia leptocorysa</i>	Petites taches noires ou marrons sur les grains	Mauvaise qualité des grains (couleur, parfum, saveur)	Punaise puante adulte	Reproduction et maturité	Pertes indirectes à faible échelle

Référence 21

Les insectes de la culture de riz

- demander aux personnes situées dans votre aire géographique, particulièrement celles positionnées dans la direction du vent de s'écarter durant l'opération ;
- bien nettoyer les équipements de traitement et de protection après utilisation et les ranger dans un endroit loin des produits de consommation et des enfants ;
- veiller à ne pas nettoyer les équipements ou verser le reliquat de produit dans une zone proche d'une source d'eau à usage domestique ;
- lorsque, par accident, le produit atteint les yeux, les narines ou la bouche de l'opérateur, rincer abondamment avec de l'eau et se rendre à la structure de santé la plus proche, muni si possible des références du produit (emballage ou étiquette).

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Brenière J., 1983. Principaux ennemis du riz en Afrique de l'Ouest et leur contrôle. ADRAO, Bouaké, Côte d'Ivoire.

Heinrichs, E. A. and Barrion A. T., In press. Rice Feeding Insects and Selected Natural Enemies of West Africa: Biology, Ecology, Identification. IRRI, Los Banos, The Phillipines, and WARDA, Bouaké, Côte d'Ivoire.

Référence 22

La cécidomyie du riz

Référence 22 La cécidomyie du riz

Résumé

Cette référence est la suite de la référence 21, qui donne une vue générale sur les insectes nuisibles et utiles du riz. Les dégâts importants, causés dans nos rizières par la cécidomyie (*Orseolia oryzivora* sp.) et la complexité de son comportement, nécessitent de lui consacrer une référence pour apporter aux facilitateurs plus d'informations sur l'insecte, susceptibles de les aider dans le développement d'une stratégie de lutte appropriée pour son contrôle. Le cycle de développement de la cécidomyie et des moyens de lutte intégrée y sont présentés.

Description

La cécidomyie (*Orseolia oryzivora* sp. nv. Harris et Gagné) du riz est un problème assez fréquent au niveau des bas-fonds en Afrique subsaharienne. Durant son cycle de développement, quatre stades principaux peuvent être distingués :

- **l'œuf** : la forme de l'œuf est allongée (0,45 mm), il est de couleur blanc-brillant, devenant jaune puis ambré avec des taches rouges peu avant l'éclosion (*sortie de la larve de l'œuf*) ;
- **la larve** : la larve est blanchâtre, avec 2 paires d'épines à l'extrémité postérieure de l'abdomen qui disparaissent vers la fin de son stade larvaire, pendant lequel il devient blanc laiteux avec la zone buccale et les spirales brunes ;
- **la nymphe** : (femelle 5 mm) le corps est rose pâle sauf les ébauches des ailes. Les pattes, les yeux et les antennes brunissent en premier, bien avant l'émergence. Les ébauches des pattes sont détachées de l'abdomen, les segments dorsaux possèdent des rangées de fortes épines inclinées en arrière ;
- **l'adulte** : la cécidomyie a la taille d'un moustique, (4,8 mm) elle est rougeâtre avec les antennes et le thorax foncés et les yeux noirs.

Biologie et dégâts

L'adulte passe souvent inaperçu en rizière. Il vit 2 à 4 jours. La femelle pond 200 à 400 oeufs isolés ou en groupes de 3 ou 5 à la base des tiges, sur ou près des ligules ou à leur proximité, sur la face inférieure de la gaine foliaire ou même à la surface de l'eau. L'incubation dure 2 à 5 jours.

À l'éclosion, la larve descend entre la gaine et la tige jusqu'à la zone de croissance, puis pénètre à l'intérieur, en dilacérant les tissus. La larve provoque ainsi une galle tubulaire creuse à la base de la tige dans laquelle elle passera toute sa vie. On trouve une seule larve par galle. La galle se développe sur les talles encore jeunes, ne possédant pas d'entre-nœuds distincts. La galle est composée d'un épaissement bulbeux au niveau de la zone de croissance qui est ainsi détruite et sur laquelle se forme un tube creux, très long, de couleur blanc-nacré donnant à la plante un aspect de feuille d'oignon.

Après deux semaines la larve se transforme en nymphe (cocon). Le cocon se déplace à l'intérieur du tube jusqu'à son tiers supérieur. Dans cette zone, elle perce la paroi et l'adulte émerge à l'extérieur en laissant la dépouille nymphale engagée dans l'orifice de sortie.

Manifestation des dégâts

Chaque feuille d'oignon correspond à une tige perdue. Après la sortie de l'adulte, les feuilles d'oignon jaunissent puis sèchent ; la montaison est impossible. La plante réagit en produisant de nouvelles talles qui sont attaquées à leur tour.

La *cécidomyie* peut proliférer localement certaines années ou lorsqu'on procède à deux cultures successives de riz. Il se présente **chaque année** en certaines localisations qui correspondent à des conditions particulières, encore mal définies. Seule une rizière au stade de tallage peut être attaquée. L'infestation est d'autant plus importante qu'elle intervienne sur des plantes jeunes (28 à 42 jours après repiquage). Le voisinage de rizières d'âges différents facilite la multiplication de la *cécidomyie* et sa concentration sur les rizières les plus tardives.

Les générations se succèdent et s'accroissent à partir du début de la saison des pluies. L'humidité relative élevée (plus de 50 %) favorise en effet la ponte et l'incubation. L'hibernation a lieu sur des repousses de riz ou sur des graminées sauvages : riz sauvages (*Oryza barthii*, *O. longistaminata*), *Ischaemum* sp., *Paspalum*, *Echinochloa colona*. Les galles en hibernation sont bulbeuses, à moitié enfouie dans le sol, la partie extérieure constituée par un tube assez court.

Les attaques les plus importantes interviennent lorsque les pluies sont précoces et suivies d'une période sèche qui retarde le repiquage ou le semis. Une première infestation intervient alors sur les mauvaises herbes et, lorsque le riz pousse, il se trouve d'emblée fortement infesté. Une deuxième culture tardive peut être encore fortement attaquée en début de saison sèche lorsqu'elle est présente dans une zone encore largement irriguée.

Lutte

Les pratiques culturales

Les pratiques culturales suivantes sont utilisées :

- le semis précoce : pour éviter la période de pic de l'insecte ;
- les semis synchronisés : les paysans doivent semer à la même période pour que l'insecte ne trouve pas de plantes jeunes à tout moment pour reconstituer sa population ;
- doses d'engrais : l'utilisation des engrais doit être raisonnée pour éviter une formation abusive de feuilles ;
- destruction d'*Oryza longistaminata* : c'est une mauvaise herbe pérenne où l'insecte séjourne pendant la saison sèche, pour passer sur les jeunes plants de riz dès la saison des pluies ;
- conservation de *Paspalum scrobiculatum* : cette plante sert de plante hôte à des parasites (*Platygaster diplosisae* et *Aprostocetus procera*) qui s'y développent avant de s'attaquer à la *cécidomyie*.

Référence 22

La cécidomyie du riz

L'utilisation des pratiques culturales comme méthode de lutte exige cependant une certaine organisation au niveau des paysans, pour permettre une bonne prise en charge des actions qui nécessitent une concertation (ex : synchronisation des semis). La contrainte à ce niveau réside souvent dans les capacités pour tous les paysans de pouvoir répondre aux exigences économiques (par exemple réunir les conditions pour pouvoir tout semer en même temps).

La lutte biologique

Il s'agit d'adopter des comportements tendant à préserver la vie des insectes utiles (Référence 21) :

- les prédateurs : les fourmis rouges, les araignées crabes, les araignées lous, les araignées sauteuses se nourrissent des adultes et des larves de la cécidomyie africaine ;
- les parasitoïdes : deux parasitoïdes ont été découverts et ce sont *Platygaster diplosisae* et *Aprostocetus procera*. Ce sont de petites guêpes qui vivent sur la mauvaise herbe appelée *Paspalum scrobiculatum*. (C'est pour cela que cette mauvaise herbe nous est utile dans le cadre de la lutte intégrée).

En effet, en saison sèche *Platygaster diplosisae* et *Aprostocetus procera* se développent sur *Paspalum scrobiculatum* et augmentent leur population. En saison de pluies, lorsque le riz est semé et que la cécidomyie apparaît, ils se déplacent pour aller attaquer cette dernière et la détruire. Ils pondent leurs œufs à l'intérieur des œufs de la larve et de la pupa de la cécidomyie, ainsi ils tuent ce dernier avant qu'il n'arrive au stade adulte. *Platygaster* s'attaque aux œufs et à la larve de la cécidomyie à l'extérieur et *Aprostocetus* ne s'attaque qu'à la pupa à l'intérieur de la plante. Ainsi donc, si les paysans – sans le savoir – détruisent le *Paspalum* ils détruisent en même temps ces insectes utiles (*Platygaster* et *Aprostocetus*). C'est la raison pour laquelle il faut conserver le *Paspalum* qui est la première plante hôte de ces insectes utiles et détruire *Oryza longistaminata* qui abrite la cécidomyie. L'élevage des insectes utiles au laboratoire coûte excessivement cher, c'est la raison pour laquelle il est essentiel de lutter contre les feux de brousse pour limiter leur destruction.

La lutte chimique

L'utilisation des produits chimiques pour lutter contre la cécidomyie ne semble pas une bonne option, surtout lorsque les deux méthodes sus-citées s'avèrent efficaces. Ces méthodes de lutte ont l'avantage non seulement de préserver les insectes utiles mais aussi de sauvegarder l'environnement.

La lutte variétale

Il s'agit d'utiliser des variétés de riz qui résistent ou tolèrent naturellement la présence du déprédateur. Cette aptitude de la plante à résister peut découler d'une constitution morphologique qui décourage

Référence 22

La cécidomyie du riz

l'insecte (tissus de la plante dure ou pas à son goût, odeur répulsive, caractéristiques des feuilles pas appropriées pour recevoir les pontes, etc.). Tous ces différents caractères peuvent se trouver naturellement dans la plante ou être introduits chez la plante par le biais d'un croisement.

Les variétés résistantes à la cécidomyie africaine proviennent des deux espèces de riz cultivées : *O. sativa* (espèce asiatique) et *O. glaberrima* (espèce africaine).

Parmi les souches de l'espèce africaine on peut citer : TOG 7106, TOG7206, TOG7442, vulgarisées respectivement au Mali, en Côte d'Ivoire et au Nigeria.

Pour l'espèce asiatique, les variétés telles que Cisadane, Bw348-1 et TOS14519 sont vulgarisées en Indonésie, au Sri Lanka et en Gambie. L'ADRAO est en train de développer des variétés résistantes, à partir de croisements entre les souches asiatiques et africaines, c'est-à-dire des variétés interspécifiques résistantes.

Les stades du cycle d'évolution de la cécidomyie (Figures 22.1 ; 22.2 ; 22.3 ; 22.4)



Figure 22.1.
Oryza barthii

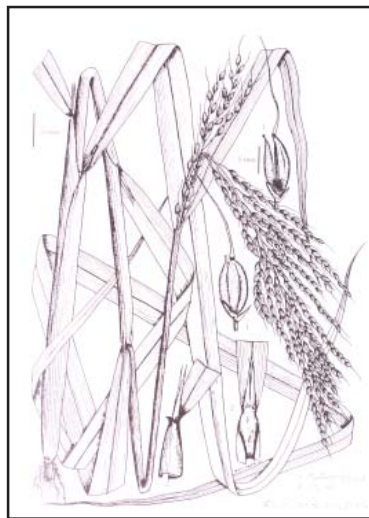


Figure 22.2.
Oryza longistaminata

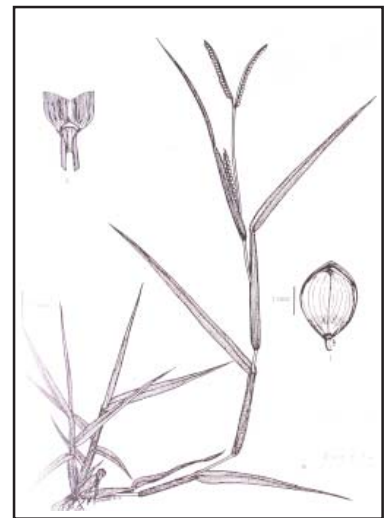


Figure 22.3.
Paspalum scrobulatum

Référence 22

La cécidomyie du riz

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Ce texte a été adapté en grande partie de :

- Brenière J., 1983. Principaux ennemis du riz en Afrique de l'Ouest et leur contrôle. ADRAO. Monrovia, Liberia.
- Johnson D.E., 1997. Les adventices en riziculture en Afrique de l'Ouest. Weeds of rice in West Africa. Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO) – West Africa Rice Development Association (WARDA). Bouaké, Côte d'Ivoire. ISBN 92 9113 1105.
- Nwilene, F. E., Nwanze, K. F. and Okhidievbie, O., in prep. African Gall Midge: Biology, ecology and control–Field Guide and Technical Manual. WARDA, Cotonou, Benin: Africa Rice Center (WARDA). 24 pp,
- Williams C.T., Harris K.M., Ukwungwu M.N., Nacro S., Dakouo D., Nwilene F.E., Singh B.N., Okhidievbie O., 2002. African Rice Gall Midge Research Guide. WARDA, Bouaké, Côte d'Ivoire, and CABI, Wallingford, UK, 28pp. ISBN 92 9113 1970.

Référence 23 Les foreurs de tiges

Résumé

Le cycle de développement des foreurs de tiges et les moyens de lutte intégrée sont présentés. Cette référence est exclusivement consacrée aux foreurs de tiges, compte tenu de l'importance de leurs dégâts en riziculture. Elle fait suite à la référence 22 qui traite la cécidomyie et à la référence 21 qui donne une vue large sur les insectes nuisibles et utiles de riz.

Les foreurs de tiges les plus importants en riziculture en Afrique se retrouvent dans les deux ordres : les lépidoptères foreurs et les diptères foreurs.

Les lépidoptères foreurs

Les lépidoptères foreurs constituent économiquement, le groupe le plus important.

Biologie

De façon générale, chez les lépidoptères, les œufs sont collés sur les feuilles ou enfoncés entre la gaine et la tige, en groupes plus ou moins alignés. L'adulte, de mœurs nocturnes, se cache dans la journée. Les chenilles se déplacent à la surface du végétal et émigrent sur les plants voisins en se laissant pendre à un fil de soie qu'elles accrochent aux extrémités des feuilles. Elles se nourrissent d'abord du limbe foliaire, puis pénètrent rapidement dans les nervures principales des feuilles, ensuite dans les gaines et rejoignent très précocement l'intérieur des tiges creuses. Certaines espèces accomplissent la totalité de leur développement larvaire dans une seule tige, d'autres peuvent passer d'une tige à une autre. Le passage du stade larve au stade nymphe (nympheose) a lieu soit à l'intérieur de la tige, soit dans les replis des gaines foliaires et plus rarement sur le sol.

Manifestation des dégâts

Il y a deux principaux types de dégâts :

- sur les plants jeunes en début et en cours de tallage les chenilles pénètrent dans les gaines foliaires et à la base de la jeune tige. Les dégâts occasionnés peuvent entraîner **le cœur mort**. De nouvelles talles sont émises, mais avec un retard qui se reporte sur l'épiaison, entraînant une hétérogénéité à la maturation ;
- à partir de la floraison les jeunes chenilles se groupent à quelques centimètres en dessous de la panicule, à l'intérieur de la hampe florale. Celle-ci se dessèche entièrement et donne **une panicule, entièrement blanche**. Le dégât, peut aussi se traduire par l'avortement ou le dessèchement d'une partie de la panicule, lorsque la chenille âgée se loge dans les parties basses de la tige, limitant l'alimentation de la panicule, ce qui se traduit par une réduction du nombre de grains récoltables.

Référence 23

Les foreurs de tiges

Espèces

Les lépidoptères foreurs les plus importants et les plus présents en Afrique sont les *Chilo zacconius* Blez. (Syn : *Proceras africana* Auriv. ; Fam. : *Pyralidae*).

On retrouve ce foreur, un peu partout en Afrique de l'Ouest : au Burkina Faso, au Cameroun, en Côte d'Ivoire, au Bénin, au Mali, au Nigeria, au Sénégal et au Niger.

Description

- œuf : la ponte est allongée et comprend plusieurs rangées d'œufs plats jaune pâle, imbriqués comme des écailles de poisson ;
- chenille : le corps de la chenille a la couleur ivoire avec sept bandes longitudinales de couleur rose. Les bandes ventrales sont incomplètes et effacées en partie; la tête est brun foncé ;
- cocon : le cocon est brun foncé, de forme allongée (11 à 12 mm) ; la tête dispose de deux saillies en avant des yeux ; les stigmates très saillants ; l'ébauches des ailes dépassant légèrement le milieu du corps ;
- adulte : l'adulte a des paires d'ailes jaune pâle avec au bout, de petites et irrégulières taches noires. La couleur du male est plus foncée que celle de la femelle. Le corps mesure 9 à 11 mm chez la femelle, 11 à 13 mm chez le mâle. L'adulte ne vole généralement que la nuit.

Biologie et dégâts

Deux générations peuvent se succéder sur la même plante. La première dévore les feuilles et les gaines foliacées. Elle est logée le plus souvent entre les gaines. À partir de la floraison la deuxième génération pénètre dans la hampe florale, entraînant l'apparition de panicules blanches ou desséchées. Par la suite, la chenille descend dans la tige qu'elle perce à plusieurs endroits. Une tige peut héberger plusieurs chenilles. En saison sèche, les chenilles poursuivent leur développement sur les repousses de riz et sur des plantes adventices : *Echinochloa* spp., *Oryza barthii*, *Sorghum arundinaceum*, etc. Il existe plusieurs types de *Chilo* qui sont souvent très voisines : *C. diffusilineus* J. de Joannis et *C. aleniellus* Strand.

Maliarpha separatella Rag. (ou borer blanc)

Description

- ponte : elle est constituée par un groupe d'œufs imbriqués, collés sur la face supérieure de la feuille par un liant puissant qui, en séchant, provoque un pincement caractéristique du limbe qui enveloppe complètement la ponte ;
- chenille : la tête de la chenille est petite, de couleur blanchâtre, les mandibules (bouche) et bordure

Référence 23

Les foreurs de tiges

sont brun noirâtre. Le corps est allongé, de couleur blanc nacré à jaunâtre ;

- cocon : le cocon est de forme allongée (20 mm), de couleur brun clair. L'extrémité des ébauches des pattes ne dépasse pas l'extrémité des ébauches alaires. L'abdomen est simple, sans épines ni crêtes, avec trois paires de longs poils fins à son extrémité ;
- adulte : l'adulte est un papillon jaune paille dont la bordure antérieure de la première paire d'ailes possède une ligne brune, bien marquée.

Biologie et dégâts

M. separatella est spécifique du genre *Oryza*. Il se rencontre donc uniquement sur les riz cultivés et les riz sauvages : *O. barthii*, *O. longistaminata* et *O. punctata*. La femelle ne pond pas sur de jeunes plantules mais uniquement sur des feuilles adultes dressées sur des plants en pleine période de tallage (au plus tôt 15 jours après repiquage). Le dépôt des pontes devient rare à partir de l'épiaison.

La chenille, dès son éclosion, qui intervient le matin, se déplace activement d'un plant à un autre suspendue à un fil de soie et se laisse entraîner par le vent. Dès la fin du premier jour, elle pénètre entre une gaine foliaire et la tige, descend en creusant d'abord dans la gaine puis dans la tige au-dessus d'un entre-nœud et parvient à l'intérieur de la tige. Elle accomplira la totalité de la vie larvaire à l'intérieur d'une seule tige en creusant de petites cavités circulaires dans la paroi, sans la percer, et en passant d'un entre-nœud à un autre en perforant les nœuds.

La nymphose, qui intervient environ 30 à 50 jours après l'éclosion, a lieu dans le premier entre-nœud de grande taille au-dessus du collet. La chenille a préparé auparavant un conduit soyeux conique qui canalise le jeune adulte vers la paroi de la tige. Il est exceptionnel de rencontrer plus d'une chenille ou chrysalide par tige.

Le dégât est difficile à déterminer. Il n'y a jamais de mortalité du type « cœur mort ». Une attaque suffisamment précoce entraîne la formation des panicules blanches. Par contre lorsque la panicule est normalement formée, les larves n'affectent ni la maturation ni la fertilité des grains mais, réduisent leur poids.

Sesamia sp. (Borer rose)

Description

- œuf : l'œuf est aplati aux pôles et porte de nombreuses stries longitudinales. Il est de couleur jaunâtre; l'ensemble de la ponte s'insère côte à côte, sans alignement particulier, dans les gaines des feuilles qui les protègent ;
- chenille : elle est de couleur généralement rose, plus marquée sur la face dorsale, la face ventrale étant plus claire. Elle mesure 30 mm et possède de fausses pattes à crochets en arc de cercle largement ouvert. L'écusson anal du dernier segment abdominal est jaunâtre avec taches brunes ;
- cocon : le cocon mesure 17 mm, de couleur brun roux, devenant plus claire sur la face, ventrale. Les ébauches des pattes et antennes ne dépassent jamais l'extrémité des ébauches alaires. L'extrémité de l'abdomen porte deux épines dorsales et une petite protubérance ventrale ;

Référence 23

Les foreurs de tiges

- adulte : l'adulte est beige clair plus ou moins strié de brun ; les ailes antérieures sont piquetées de petites taches foncées, avec une large frange blanchâtre. Les ailes postérieures sont blanc nacré.

Biologie et dégâts

Les adultes nocturnes sont susceptibles de parcourir de grandes distances. Les jeunes chenilles se nourrissent d'abord de limbe foliaire et creusent des cavités entre gaines et tiges. Le dégât, très variable selon l'âge de la plante et l'abondance de l'insecte, ressemble à celui de *Chilo*. Chez le riz, les attaques précoces sont peu fréquentes. C'est surtout au moment de l'épiaison que l'on rencontre les jeunes chenilles situées dans les parties supérieures de la tige, entraînant l'apparition du symptôme « panicule blanche ». D'abord groupées par petit nombre lorsqu'elles sont jeunes, les chenilles se dispersent ensuite et descendent dans les entre-nœuds inférieurs qu'elles sont capables de sectionner entièrement même à la base. Le cycle est pratiquement ininterrompu en zone tropicale humide où le nombre de générations varie de 5 à 6 contre 3 en zone sahélienne.

Les diptères foreurs

Diopsis thoracica (syn., *D. Macrophthalma* Dalman)

Description

- œuf : l'œuf de forme allongée, avec des nervures, avec à une des extrémités une petite excroissance charnue ;
- larve : la larve est jaunâtre repérable par deux prolongements abdominaux allongés affublés à leur extrémité postérieure de crochets noirs, rabattus en avant ;
- cocon : le cocon est allongé, de couleur brun roux, à segmentation bien marquée ;
- adulte : l'adulte de grande taille peut mesurer 10 mm, le thorax est noir luisant, les ailes transparentes, l'abdomen de couleur rouge orangé est recouvert d'une fine pilosité dense.

Biologie et dégâts

Chaque femelle pond une trentaine d'œufs isolés, échelonnés sur une vingtaine de jours avec un maximum de 4 à 5 œufs par jour. Leur incubation dure 2 à 3 jours. Durée de vie larvaire : 25 à 33 jours ; nymphose : 10 à 12 jours, adulte : 14 jours.

L'adulte franchit la saison sèche à l'état immature, groupé en essaims rassemblés à proximité des mares permanentes ou des bas-fonds humides de préférence, ombragés.

Dès les premières pluies, la maturité sexuelle est atteinte ; l'accouplement et la dispersion interviennent, les insectes se portent sur le riz : les femelles pondent sur les feuilles des jeunes talles au cours de la culture, en grande partie liée à la saison des pluies. *Diopsis thoracica* (W.) ne se rencontre pratiquement qu'en rizière ou sur riz sauvage.

Référence 23

Les foreurs de tiges

Peu après l'éclosion, la larve pénètre dans la tige au niveau de la gaine et se nourrit uniquement de tissus sains. On ne rencontre pratiquement qu'une seule larve par tige dont le cœur est coupé en biseau, le plus souvent à une dizaine de centimètres au-dessus du sol. Lorsque la décomposition due à la coupure commence à s'étendre, la larve quitte la tige et passe à une tige voisine, en détruisant ainsi trois tiges en moyenne au cours de son développement. La nymphose intervient à l'intérieur de la dernière tige visitée, excepté si elle est trop petite. La larve vit exclusivement dans des tiges encore plates au cours du tallage. Les attaques tardives exceptionnelles peuvent agir sur l'épiaison mais pas au-delà. Il n'y aurait qu'une génération pouvant se développer sur une parcelle donnée ; les adultes issus de la première génération recherchent des tiges de riz plus jeunes donc plus tardives.

L'expression du dégât estimé d'après le taux de tiges attaquées est insuffisante. De plus, un tallage compensateur est provoqué par la perte des talles détruites. Ce mécanisme dépend de la précocité et de l'intensité de l'attaque, de la capacité de tallage de la variété et des conditions de développement. Les « cœurs morts » apparents sont souvent très abondants et il n'est pas rare de trouver jusqu'à 80 % de talles attaquées sans que la récolte en soit considérablement affectée.

Les pertes difficiles à évaluer, se manifestent essentiellement lorsqu'une forte concentration de pontes est déposée dès le début du tallage sur riz précoce. Mais, à densité égale d'infestation, il apparaît de fortes différences selon les conditions de résistance du végétal et notamment sa capacité de tallage.

Moyens de lutte contre les foreurs de tiges

Alors que la lutte contre certains groupes d'insectes, peut se faire au cas par cas à la suite de l'apparition visible des infestations, la lutte contre les foreurs est nécessairement préventive. En effet, les larves sont très jeunes et peu visibles lorsqu'elles pénètrent dans les tiges et le mal est déjà fait lorsque le dégât devient apparent. Étant donné que les pertes dues aux foreurs sont en général relativement peu variables d'une année à l'autre, il est possible d'établir des modes d'intervention systématiques adaptés à chaque complexe agronomique et économique.

La lutte chimique

Seule la riziculture irriguée améliorée, aux variétés hautement productives, justifie l'emploi des insecticides dans la lutte contre les foreurs. La riziculture pluviale, peu productive ne permet pas d'escompter à la suite des traitements, une amélioration de la récolte suffisante pour compenser la dépense engagée. Lorsque le paysan décide d'utiliser des insecticides, il faudra qu'il s'assure de la rentabilité de l'opération et surtout qu'il observe toutes les recommandations pour garantir l'efficacité du traitement et sa sécurité. Dans les cas de haut risque d'infestation de foreurs de tiges, les insecticides carbofuran/diazinon/lindane à un taux de 2 kg ha⁻¹ peuvent être recommandés 20 jours après repiquage/semis (JAS) pour lutter contre le *Diopsis* spp. et 50 à 70 JAS pour lutter contre les foreurs de tiges lépidoptères.

Référence 23

Les foreurs de tiges

Les pratiques culturales

Le semis précoce, l'espacement restreint entre les plants et le maintien de parcelles sans adventices peuvent minimiser l'infestation de foreurs des tiges. Il est possible de limiter l'infestation par le *Chilo zacconius* par le semis synchronisé sur de larges étendues.

Plusieurs pratiques culturales peuvent interrompre le cycle des foreurs :

- labours de déchaumage supprimant les chenilles logées dans les souches et résidus de récolte,
- interruption de la culture (jachère),
- destruction des plantes hôtes intermédiaires pour éliminer les sites de reproduction,
- inondation des rizières après récolte.

Ces solutions demandent suffisamment de temps, de travail et une gestion efficace de l'eau. Les façons culturales et la fumure favorisent certes un bon développement végétatif et une meilleure résistance de la plante, mais aussi et en même temps, influencent l'accroissement de l'infestation.

Lutte biologique

Il y a une grande variété de forficules, libellules, sauterelles et araignées qui se nourrissent des larves et des adultes de foreurs de tiges.

Parmi les nombreux parasitoïdes sur les *Sesamia* spp., le braconide *Cotesia* (= *Apanteles*) *sesamiae* Cameron et l'*Eulophidae* *Pediobus furvus* Gahan sont les plus importants.

Les recherches en lutte biologique en sont à leur début en Afrique. Étant donné que les ennemis naturels indigènes sont incapables de supprimer les populations d'insectes, la guêpe *Cotesia flavipes* Cameron a été importée de l'Asie et lâchée en Côte d'Ivoire et au Sénégal contre le *Chilo zacconius* du riz, mais sans succès durable. D'autres programmes de lutte devraient être pris en considération, mais attention, puisqu'il est nécessaire de connaître davantage les interactions des ennemis naturels indigènes avant d'embarquer dans le contrôle biologique classique en introduisant des parasitoïdes.

La résistance variétale

Il s'agit d'utiliser des variétés qui résistent ou tolèrent, sous des formes variées, aux dégâts d'insectes. Les lignées résistantes d'*O. sativa* suivantes ont été identifiées :

- ITA 121 (tolérant au *Diopsis* spp.) ;
- LAC 23, IR 4625-132-1-2, IR 2035-120-3, Columbia 1, N 21-1 (tolérant au *Chilo zacconius*) ;
- IR 1108-3-5-2, SML 140/10, SML 140/5 X TN 1, SML 140/5 X IR 8, IR 2871-53-2, TOS 4153, B2850, BS-1-2-2, IET 5905, IR 9872-144-3-3-3 (tolérant au *Maliarpha separatella*).

Référence 23

Les foreurs de tiges

Plusieurs lignées prometteuses du riz africain *O. glaberrima* Steud. ayant une résistance appréciable ont été identifiées. Le NERICA4, un hybride interspécifique adapté aux plateaux (*O. sativa* × *O. glaberrima*) montre une bonne tolérance aux foreurs de tiges. Cependant, il n'y a pas de variétés commerciales homologuées qui sont résistantes au *C. zacconius* et *M. separatella* et adaptées aux conditions des bas-fonds de l'Afrique de l'Ouest.

La lutte intégrée

La lutte intégrée vise à maintenir les populations des foreurs de tiges aussi faibles que possibles sans déséquilibrer la stabilité de l'écosystème. La lutte intégrée considère les différentes mesures de lutte comme complémentaires et non comme des alternatives.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Ce texte a été adapté en grande partie de :

Brenière J., 1983. Principaux ennemis du riz en Afrique de l'Ouest et leur contrôle. ADRAO. Bouaké, Côte d'Ivoire.

Nwilene F. E., Sanyang S., Traore A. K., Togola A., Goergen G. and Agunbiade T. A., 2008. Rice Stem Borers: Biology, Ecology and Control – Field Guide and Technical Manual. Cotonou, Benin: Africa Rice Center (WARDA). 28 pp.

Référence 24

Les principales maladies du riz

Référence 24 Les principales maladies du riz

Résumé

Les causes et les symptômes des trois maladies principales du riz de bas-fond, la pyriculariose, le virus de la panachure jaune et la bactériose, sont présentés.

Les maladies peuvent constituer une contrainte majeure à la production du riz. Les maladies du riz sont causées pour la plupart par des champignons, des bactéries, ou des virus (Tableau 24.1). Elles se manifestent par un rabougrissement, un changement de couleur, un flétrissement et/ou un développement anormal de certains organes. Ces symptômes peuvent se localiser dans tous les organes de la plante. Les maladies du riz les plus connues et les plus sévères sont la pyriculariose, la bactériose et le virus de la panachure jaune.

La pyriculariose

La pyriculariose est causée par un champignon *Pyricularia oryzae*. Elle peut atteindre tous les organes de la plante : feuille, cou, rachis de la panicule, nœud de la tige, grain, etc. Lorsque la maladie attaque les feuilles, on parle de pyriculariose foliaire. Cette maladie se traduit également par un pourrissement de la base des panicules ou pyriculariose du cou et au niveau des nœuds des tiges entraînant la pyriculariose des nœuds. Lorsqu'elle attaque le cou de la panicule, elle bloque la migration des éléments nutritifs vers les grains.

La maladie se multiplie très rapidement par des *spores*, au niveau des feuilles et des épis, pour ensuite pénétrer dans les tissus où, en quelques jours, elle laisse apparaître des lésions ou symptômes. Sur les feuilles, les symptômes se caractérisent très souvent par des lésions de formes ovales, à centre gris entouré d'un liséré brun à rouge sombre. Les extrémités des lésions sont en forme de fuseau. Les dégâts se traduisent par la disparition de la chlorophylle sur les parties attaquées, donc par la diminution de la photosynthèse et par conséquent celle du rendement.

Sur la base de l'épi (pyriculariose du cou), ces mêmes symptômes sont notés, la maladie s'attaque aux tissus occasionnant un basculement et une rupture de l'épi. Si l'attaque survient au stade laiteux, la panicule est vide, si elle intervient plus tard, les grains sont mal remplis et la qualité du riz est altérée (crayeux, cassante ou verdâtre). Sur la tige, la maladie provoque le ramollissement des tissus au niveau des nœuds, qui se brisent, occasionnant des dégâts variés selon les stades de développement. Le développement de cette maladie est favorisé par une dose trop élevée d'azote, et une hygrométrie de l'air très élevée.

La marbrure jaune

La marbrure ou panachure jaune ou RYMV (*Rice Yellow Mottle Virus* en anglais) est une virose. Le symptôme le plus apparent de la maladie est un jaunissement qui débute par une alternance de plages jaunes et vertes donnant un aspect marbré aux feuilles. Les principaux symptômes de cette virose sont : le rabougrissement, la réduction du tallage, la bigarrure foliaire par des stries jaunâtres, une exsertion incomplète de la panicule parfois mal formée et la stérilité.

Dans les conditions naturelles, la marbrure est transmise d'une plante malade à une plante saine soit par des insectes vecteurs du groupe des coléoptères, (dont le principal *Sesselia pusilla* et d'autres vecteurs tels que *Chaetocnema* spp, *Aulacophora africana*, *Trichispa sericea* et *Dicladispa viridicynea*), soit à travers les blessures causées par exemple par les façons culturales (repiquages, sarclages, etc.). Elle est aussi transmissible mécaniquement ; le simple fait de toucher des plantes infectées puis des plantes saines peut faire évoluer la maladie. Dans un champ attaqué, on peut distinguer des poches jaunies par la maladie.

Le flétrissement bactérien

Le flétrissement bactérien est la troisième maladie majeure du riz en Afrique de l'Ouest, elle est confinée dans les zones du Sahel (cf. Mali, Sénégal, Niger, etc.). Cette maladie est causée par *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. Elle provoque sur les feuilles des stries transparentes, très visibles à la lumière ; plus tard ces lésions se dessèchent et deviennent brunes et opaques. Dans les cas graves, l'ensemble de la parcelle donne l'impression d'avoir été grillé. Cette maladie, également connue sous le nom de maladie des raies bactériennes, est favorisée par le vent, les orages ou par une nutrition minérale déséquilibrée.

Référence 24

Les principales maladies du riz

Tableau 24.1. Catégorisation des maladies du riz en Afrique de l'Ouest

Catégorie	Nom de la maladie	Agents pathogènes	
		Noms scientifiques	Nature
Affections majeures	Pyriculariose	<i>Magnaporthe griseae</i>	Champignon imparfait
		<i>Pyricularia oryzae</i>	Champignon imparfait
	Marbrure jaune	RYMV	Virose
	Flétrissement bactérien	<i>Xanthomonas oryzae pv. oryzae</i>	Bactérie
Affections secondaires	Taches brunes	<i>Drechslera oryzae</i>	Champignon parfait
		<i>Bipolaris oryzae</i>	Champignon parfait
	Échaudage foliaire	<i>Gerlachia oryzae</i>	Champignon imparfait
		<i>Monographella albescens</i>	Champignon parfait
	Flétrissement des gaines	<i>Rhizoctonia solani</i>	Champignon stérile
		<i>Thanatephorus cucumeris</i>	Champignon parfait
Affections mineures	Faux charbon	<i>Ustilaginoidea virens</i>	Champignon imparfait
		<i>c. Oryza sativa</i>	Champignon parfait
	Gigantisme	<i>Fusarium moniliforme</i>	Champignon imparfait
		<i>Gibberalla fujikuroi</i>	Champignon parfait
	Cercosporiose	<i>Cercospora oryzae</i>	Champignon imparfait
	Pourriture des gaines	<i>Acrocyldrium oryzae</i>	Champignon imparfait
	Galle blanche	<i>Corallocyctostroma oryzae</i>	Champignon imparfait
	Décoloration des gaines	Complexe de champignons	Champignons imparfaits
	Maladie des chaumes	Complexe de champignons	Champignons imparfaits
	Stries bactériennes	<i>Xanthomonas oryzae</i>	Bactérie

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Nwilene F.E., Séré Y., Abo E., Traoré A.K., 2002. Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) and its insects vectors : Ecology and Control. WARDA, July 2002, 12 pp.
- Sy A.A., Séré Y, 1996. Manuel de formation en pathologie du riz. Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO). 94 pp.

Référence 25 La gestion intégrée des maladies du riz

Résumé

La gestion intégrée des maladies du riz est une combinaison de différentes méthodes de lutte en vue de maîtriser ces maladies de façon rentables tout en respectant l'environnement. Elle se résume en un système de régulation des populations pathogènes. Ce système utilise toutes les techniques et méthodes appropriées, de façon aussi compatible que possible, afin de maintenir ces populations à des niveaux où elles ne causent pas de dégâts économiques. Prises individuellement, aucune de ces méthodes ou techniques ne peut assurer une protection efficace et durable.

La résistance variétale et la lutte culturale, composantes primaires de la gestion intégrée

La lutte intégrée contre les maladies est centrée sur la résistance variétale, car c'est le moyen de limitation des populations pathogènes le plus simple et le plus économique et donc le plus accessible aux producteurs.

Il s'agit de choisir des variétés qui résistent aux attaques des maladies. Surtout pour la lutte contre la panachure jaune et le flétrissement bactérien, la voie salubre semble être la résistance variétale.

Cependant, bien souvent, la résistance variétale peut s'avérer insuffisante pour protéger la culture de façon durable. Par exemple dans le cas de la pyriculariose, l'apparition de nouvelles races ou de conditions environnementales particulièrement favorables à la maladie (inoculum important, ciel couvert et forte humidité atmosphérique) peut déclencher des épidémies importantes sur des variétés précédemment tolérantes. C'est pourquoi l'ADRAO recommande une stratégie de lutte intégrée où la résistance variétale est accompagnée d'un certain nombre de mesures préventives favorables au riz et défavorables à la multiplication des maladies. Ces mesures sont de plusieurs ordres et se résument dans les techniques culturales suivantes.

Les techniques culturales

Les techniques culturales utilisées sont :

- une date de semis ou de repiquage adéquate pour éviter que la floraison coïncide avec une humidité atmosphérique élevée (généralement durant la saison des pluies). Une humidité élevée favorise l'infestation par la pyriculariose ;
- le semis/repiquage synchronisé pour éviter l'accumulation d'insectes nuisibles qui peuvent transmettre des maladies telles que la panachure jaune ;

Référence 25

La gestion intégrée des maladies du riz

- l'utilisation de semences saines ou traitées : des maladies fongiques (la pyriculariose) et des bactérioses peuvent être transmises par la semence ;
- la destruction des adventices et résidus de récolte qui peuvent servir de réservoir d'agents pathogènes et d'insectes-vecteurs ;
- l'utilisation équilibrée et raisonnée des engrais : de fortes doses de N peuvent augmenter l'infestation de la pyriculariose, tandis que de hautes doses de K limitent en général l'infestation ;
- la destruction des souches de riz, des plantes hôtes des vecteurs pour éviter l'accroissement des agents pathogènes et pour interrompre le cycle de vie des insectes-vecteurs ;
- le nettoyage des canaux et abords des parcelles qui peuvent être des réservoirs de la panachure jaune, des hôtes alternatifs et d'insectes-vecteurs.

La lutte chimique, composante secondaire de la gestion intégrée

La lutte chimique consiste à utiliser des produits pour traiter les plantes de façon préventive ou curative. Elle ne se justifie que lorsque aucune autre méthode n'est disponible. Dans le cas des maladies du riz, elle est rarement utilisée. Cependant il est parfois indiqué de traiter les semences afin d'éviter que les mouvements de semences ne s'accompagnent de diffusion de germes pathogènes.

Bibliographie – pour en savoir plus

- IRRI, 1983. Field problems of tropical rice. International Rice Research Institute, The Philippines. 172 pp.
- Sy A.A., Séré Y., 1996. Manuel de formation en pathologie du riz. Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO). 94 pp.
- Nwilene F.E., Sere Y., Abo E., Traore A.K., 2002. Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) and its insects vectors : Ecology and Control. WARDA, July 2002, 12 pp.

Référence 26 La récolte et post-récolte

Résumé

La récolte, le battage, et le séchage constituent des opérations décisives pour garantir une bonne productivité et une bonne qualité du produit. Tous les efforts consentis depuis la préparation du sol peuvent être compromis lorsque ces opérations sont mal effectuées. Cette référence fait le point sur les différents facteurs à considérer pour éviter de grandes pertes en quantité et en qualité de paddy lors de ces opérations.

La date de récolte

La détermination de la date optimale de récolte est le facteur le plus important car il peut occasionner d'importantes pertes et affecter la qualité du paddy :

- une récolte précoce se traduit par un nombre important de grains immatures dont les conséquences sont : une perte de rendement en paddy, un taux élevé de brisures et un faible pourcentage de riz entier ;
- une récolte tardive expose la culture à la verse, aux oiseaux, aux rats et aux insectes. Elle occasionne une baisse du rendement et de la qualité du paddy, avec des taux de brisures élevés et des rendements à l'usinage faibles.

Les facteurs suivants indiquent le moment le plus opportun pour procéder à la récolte :

- 80 % de la panicule a la couleur de la paille (jaune) ;
- 20 % au moins de la base de la panicule a atteint le stade pâteux (dur) ;
- si vous enlevez la balle du riz, le grain est clair et dur.

Les méthodes de récolte

La récolte manuelle s'effectue généralement à l'aide de la faucille. La parcelle doit être asséchée au préalable (drainage 15 jours avant) pour faciliter le déplacement et éviter que les grains ne germent du fait de leur contact avec l'eau (humidité) ou ne se salissent avec la boue ; toutes choses pouvant affecter la qualité du paddy. La hauteur de coupe est fonction des objectifs post-récoltes du producteur (mode de battage, vente de la paille, etc.) et des équipements de récolte utilisés. La récolte manuelle est fastidieuse et prend beaucoup de temps ; il faut 15 à 20 personnes pour récolter un hectare par jour, lorsque la faucille est utilisée. La récolte peut également s'effectuer à l'aide du couteau. Dans ce cas précis, ce sont les panicules qui sont récoltées.

Référence 26

La récolte et post-récolte

Les moyens mécaniques sont très peu utilisés en riziculture de bas-fonds en Afrique. La faucheuse ISA, en cours de développement par l'ADRAO et de ses partenaires pourrait potentiellement occuper une place importante dans le mode de récolte, notamment au niveau des petites exploitations.

Les pertes à la récolte sont relativement élevées (en fonction des variétés et de l'état de la culture) mais peuvent être significativement réduites en effectuant la récolte à temps. Dans les cas de récolte tardive les pertes peuvent facilement atteindre 15 à 20 % de la production.

Le séchage

Les gerbes récoltées sont exposées au soleil pendant 24 à 48 heures. Cette opération est utile pour faciliter le battage et rabaisse le niveau de l'humidité à un taux convenable pour l'usinage ou le stockage du paddy (14–15 %).

Le séchage est suivi de la mise en meule. Pour faciliter la manipulation lors du battage et empêcher les dégâts d'oiseaux, la meule doit être disposée en forme de cercle ou de rectangle, et les gerbes disposées de manière à avoir les panicules orientées vers l'intérieur de la meule.

Un séchage trop poussé diminue la qualité du grain et l'expose aux déprédateurs (oiseaux, rats) tandis qu'un séchage insuffisant rend plus ardu le battage et favorise le développement des bactéries et des champignons au moment du stockage.

Le battage

C'est l'opération qui consiste à séparer la graine de la panicule sans l'endommager. Il peut s'effectuer manuellement, mais aussi mécaniquement.

Le battage manuel se fait en général avec des fléaux ou à la main sur un fût vide, il est surtout utilisé au niveau des petites exploitations. Le battage manuel est une opération très pénible et nécessite beaucoup de main-d'œuvre.

Le battage mécanique est effectué avec des batteuses à poste fixe (Borga, Votex, ASI). Il est rapide et indispensable en riziculture intensive. Cependant, dans le choix des équipements, les facteurs socio-économiques doivent être pris en compte pour qu'ils s'insèrent mieux dans les systèmes de production des paysans (impact, service après vente, ergonomie, coût d'acquisition et de prestation etc.).

Les chocs subis par le paddy lors du battage occasionnent le clivage des grains et peuvent avoir des conséquences sur leur pouvoir germinatif.

La batteuse ASI développée par l'ADRAO, présente en plus de ses performances très intéressantes (rendement horaire), peu de risque de clivage du fait de son système de battage à flux axial. Elle est en plus dotée d'un système de ventilation qui lui permet de fournir un produit propre, ne nécessitant aucune opération de vannage.

Le stockage

Un stockage correct du paddy doit obéir à certaines normes pour :

- préserver la viabilité et le pouvoir germinatif lorsqu'il s'agit de semences ;
- préserver la qualité du paddy destiné à l'usinage ;
- éviter les pertes dues aux maladies, insectes et rats ;
- et éviter des cas de moisissure.

Cette opération – souvent négligée par les producteurs – est souvent la cause principale de la dépréciation de la qualité du paddy récolté.

Le paddy récolté est considéré comme un produit biologique vivant, car la semence est un organisme vivant dont la croissance est momentanément suspendue. La qualité du paddy peut être détériorée par les bactéries et champignons dont les conditions favorables de développement sont : le taux d'humidité élevé du paddy, une humidité relative de l'air et une température élevée dans le magasin.

Afin de prévenir ces risques les mesures suivantes doivent être observées dans le stockage du paddy :

- sécher convenablement le paddy battu au soleil, jusqu'à obtenir un taux d'humidité avoisinant 14 %. Ce pourcentage est atteint si le paddy est séché au soleil pendant 24 à 48 heures (avec au moins 8 heures d'ensoleillement par jour) et si la récolte a été faite au bon moment. Un séchage trop poussé expose le grain à des fluctuations internes de l'humidité, occasionnant de forts pourcentages de brisure à l'usinage ;
- mettre le paddy dans des sacs en jute, (neufs de préférence), pour permettre une bonne aération du produit stocké (identifier au besoin, en précisant le nom de la variété et la date de récolte) ;
- nettoyer le magasin de stockage et pulvériser l'intérieur avec une solution de malathion à 2 % ou tout autre produit approprié pour protéger le paddy contre les attaques d'insectes. Laisser sécher avant d'y introduire le paddy ;
- disposer des palettes de bois à même le sol, afin de permettre une aération tout autour et en dessous des sacs stockés. Laisser de l'espace entre le stock et le mur du magasin ;
- arranger les sacs de paddy, l'un sur l'autre en prenant soin d'alterner leur direction ;
- ne jamais stocker des produits chimiques (engrais, herbicide etc.) avec le paddy ;
- inspecter le stock une ou deux fois par semaine, si vous décelez la présence d'insectes ou de rats, traiter de nouveau, de préférence avec des bio-pesticides, comme le neem ;
- en cas de stockage prolongé, vérifier le taux d'humidité, s'il est trop élevé, sécher de nouveau le produit au soleil. Pour éviter ce problème, exposer le stock de temps en temps au soleil pendant une journée.

Référence 26

La récolte et post-récolte

Le transfert du paddy dans les rizeries

Cet aspect de la filière rizicole est souvent négligé par les producteurs et constitue l'une des principales sources de contre-performance des rizières. La qualité du paddy, le taux d'humidité du grain plus particulièrement, est un facteur déterminant pour le rendement à l'usinage et la qualité du riz usiné.

Lorsque le taux d'humidité du grain est trop élevé (plus de 14 %), une bonne partie du riz est broyé (moulue) affectant ainsi le rendement. Lorsque le taux d'humidité du grain est trop bas (moins de 10 %) le pourcentage de fines brisures devient également élevé, affectant le rendement à la transformation.

Pour garantir un bon rendement et une granulométrie intéressante (produit essentiellement constitué de riz entier, de riz intermédiaire et de brisé avec peu ou pas de fines brisures), le taux d'humidité du grain au moment de l'usinage doit se situer entre 12 et 14 %. Ainsi, après avoir respecté toutes les recommandations relatives au dernier drainage à la date de récolte, aux conditions de séchage et de battage, le paddy destiné à la transformation doit être acheminé sans délai à la rizerie.

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

- Donovan C., Miézan K.M., Wopereis M.C.S., Diack B.S., Douthwaite B., 1998. Technology transfer from Asia to Africa sets the stage for public and private sector collaboration in new technology in Senegal. IRRN 23 (2): 41–42.
- Wopereis M.C.S., Miézan K.M., Donovan C., Ndiaye A.M., Douthwaite B., 1998. A new Senegalese Thresher-Cleaner responds to small-farmer post-harvest needs. IRRN 23 (2): 39–41.

Référence 27 Le bilan d'exploitation

Résumé

Le bilan de campagne est un outil très utile pour améliorer les performances d'une exploitation agricole. Il consiste à comparer les prévisions aux réalisations et examiner les écarts. Les écarts négatifs doivent être bien analysés en vue d'éviter leur répétition lors d'une prochaine campagne. Le bilan est donc non seulement une analyse des résultats d'une campagne mais aussi une étape dans la préparation d'une prochaine campagne. L'importance du ratio valeur/coût pour l'analyse financière d'une nouvelle technologie est également expliquée.

Les éléments d'un bilan de campagne

Les éléments d'un bilan de campagne sont : le compte d'exploitation prévisionnel, le compte d'exploitation réel, l'analyse des écarts, la formulation des recommandations (proposition d'amélioration) pour aboutir à un nouveau plan d'opération et un nouveau compte d'exploitation susceptible de donner les résultats escomptés.

Chaque compte d'exploitation est sous-tendu par un plan d'opérations qui détermine le processus de mobilisation et de mise en œuvre des éléments quantitatifs contenus dans le compte d'exploitation.

Le bilan financier

C'est un tableau (Tableau 27.1 donne un exemple pour un bas-fond avec une bonne maîtrise de l'eau) où sont indiqués par rubrique les moyens matériels, humains et logistiques qui ont été utilisés pour la conduite de la campagne, leurs coûts et la valeur de la production obtenue. Les chiffres obtenus sont comparés avec les estimations faites avant la campagne.

Analyse financière de la performance d'une nouvelle technologie

Une nouvelle technologie introduite en milieu paysan a une chance d'être viable et adoptée par les producteurs/productrices si le ratio (valeur/coûts) dépasse 1,5 à 2,0. Ce ratio indique la valeur ajoutée apportée par la technologie, moins les coûts liés à ce gain de rendement (par exemple coûts additionnels de récolte, battage). Dans ce ratio les coûts correspondent aux coûts additionnels générés pour appliquer la technologie. Un ratio valeur/coûts minimum de 2 a été suggéré pour l'application des engrais minéraux en Afrique.

Référence 27

Le bilan d'exploitation

Tableau 27.1. Exemple d'un bilan financier.

Rubriques	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût total
Coûts variables				
Travaux culturaux				
Labour				
Autres				
Intrants agricoles				
Semences				
Urée				
NPK				
Herbicides				
Propanyl				
Weedone				
Autres				
Produit phytosanitaire				
Transport d'intrants				
Récolte				
Sacherie				
Main-d'œuvre				
Récolte				
Manutention				
Transport de la récolte				
Total coûts variables				
Autres coûts				
Entretien des canaux, diguettes				
Autres				
Total coûts (a)				
Valeur production (b)				
Revenu net (b) - (a)				

Référence 27

Le bilan d'exploitation

Bibliographie consultée – pour en savoir plus

Crawford E., Kamuanga M., 1991. L'analyse économique des essais agronomiques pour la formulation des recommandations aux paysannes. Michigan State University International Development Papers. Reprint No. 6F, 1987. MSU, East Lansing, MI, 30pp.

Mokwunye A.U., de Jager A., Smaling E.M.A. (Eds), 1996. Restoring and maintaining the productivity of West African soils : key to sustainable development. Miscellaneous Fertilizer Studies No. 14. International Fertilizer Development Center, BP 4483, Lomé, Togo.

FIDA – Le Fonds international pour le développement agricole



International Fund for Agricultural Development

FIDA – Le Fonds international pour le développement agricole (FIDA) qui a vu le jour en 1977 en tant qu'institution spécialisée des Nations unies, suite à une résolution adoptée

pas la Conférence mondiale de l'alimentation de 1974. Le principal objectif du Fonds est de fournir directement des financements aux et de mobiliser des ressources additionnelles pour des programmes qui favorisent la promotion économique de ruraux pauvres, principalement en améliorant la productivité d'activités agricoles et extra-agricoles.

CTA – Le Centre technique de coopération agricole et rurale



Le Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA) a été créé en 1983 dans le cadre de la Convention de Lomé entre les Etats du groupe ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique) et les pays membres de l'Union européenne. Depuis 2000, le CTA exerce ses activités dans le cadre de l'Accord de Cotonou ACP-CE.

Le CTA a pour mission de développer et de fournir des services qui améliorent l'accès des pays ACP à l'information pour le développement agricole et rural, et de renforcer les capacités de ces pays à produire, acquérir, échanger et exploiter l'information dans ce domaine. Les programmes du CTA sont conçus pour : fournir un large éventail de produits et services d'information et mieux faire connaître les sources d'information pertinentes ; encourager l'utilisation combinée de canaux de communication adéquats et intensifier les contacts et les échanges d'information, entre les acteurs ACP en particulier ; renforcer la capacité ACP à produire et à gérer l'information agricole et à mettre en œuvre des stratégies de gestion de l'information et de la communication, notamment en rapport avec la science et la technologie. Le travail du CTA tient compte de l'évolution des méthodologies et des questions transversales telles que le genre et le capital social.

PPC/DFID – Le Programme de protection de cultures

Le Programme de protection de cultures (PPC) est un des dix programmes de la stratégie DFID sur la recherche des ressources naturelles. Les projets des commissions du programme, gérés par la *Natural Resources International Ltd.*, sont mis en œuvre en partenariat avec – entre autres – des systèmes nationaux de recherche agricole (SNRA), des centres internationaux de recherche ou ONG. La recherche génère la connaissance et appuie la gestion durable des ravageurs de cultures et offre aux pauvres des opportunités pour augmenter leurs sources de revenus.



CROP PROTECTION PROGRAMME

CBF – Le Consortium bas-fonds

Le Consortium bas-fonds (CBF) a été créé en 1993 pour promouvoir la mise en valeur durable des bas-fonds en Afrique subsaharienne par un effort conjoint des institutions de recherche agronomique nationales et internationales et des agences de développement. Depuis avril 1999, le Consortium est intégré à l'ADRAO et regroupe actuellement 10 pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinée, Mali, Nigeria, Sierra Leone, Togo) et 8 institutions internationales (ADRAO, IITA, ILRI, FAO, CORAF, WUR, CIRAD, IWMI). Dans chacun des pays membres existe une unité nationale de coordination (UNC) qui réunit sous la présidence d'un coordinateur national des représentants des institutions impliquées dans la mise en valeur des bas-fonds. Les bailleurs de fonds du consortium sont principalement les Pays-Bas (DGIS), la France (ministère des Affaires étrangères), le Fonds commun pour les produits de base (CFC) et l'Union européenne.



IVC / CBF

Inland Valley Consortium
Consortium bas-fonds

ROCARIZ – CORAF/WECARD



CORAF/WECARD

Le Réseau ouest et centre africain du riz (ROCARIZ) est la fusion des Groupes d'action ADRAO et le Réseau riz du CORAF en un réseau unique de recherche-développement rizicole pour Afrique de l'Ouest et du Centre. Le ROCARIZ a sept groupes d'action : sélection, riz de mangrove, gestion intégrée des déprédateurs, gestion intégrée des cultures et des ressources naturelles, gestion des ressources naturelles au Sahel, économie, transfert de technologies. Le Réseau utilise les réunions biennales de revue de la recherche rizicole régionale (4R) pour planifier et diffuser les résultats de la recherche et du développement riz. Le ROCARIZ est actuellement financé par l'Agence américaine pour le développement international (USAID) et l'Union européenne (UE), tandis que l'ADRAO et le CORAF/ WECARD fournissent un appui institutionnel.



Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO)
01 B.P. 2031, Cotonou, Bénin

www.warda.org