



**JAPAN INTERNATIONAL RESEARCH CENTER
FOR AGRICULTURAL SCIENCES (JIRCAS)**

**CENTRE DE RECHERCHE INTERNATIONALE
JAPONAIS
POUR LES SCIENCES AGRICOLES (JIRCAS)**

**Manuel pour l'accroissement de
la production rizicole
en Afrique**



Mars 2012

Remerciements

Ce manuel a été élaboré à partir de l'étude de validation réalisée dans des zones de bas-fonds pluviaux au Ghana (de 2009 à 2012) et en Éthiopie (de 2010 à 2012). En utilisant les résultats obtenus au Ghana, il a été conçu pour améliorer les ouvrages agricoles et développer les capacités des agriculteurs dans les bas-fonds pluviaux.

L'étude de validation a été réalisée auprès des agriculteurs pratiquant les activités suivantes sur des sites modèles sélectionnés : établissement de méthodes de mise en valeur des terres agricoles et de construction d'ouvrages d'irrigation simples adaptés à la topographie et aux ressources en eau, sélection de variétés appropriées, amélioration des techniques culturales, organisation de groupes d'agriculteurs pour gérer les ouvrages, utilisation effective et efficace des équipements et matériels, appui à l'établissement de systèmes de vulgarisation et d'encadrement pour diffuser les technologies, et élaboration d'un manuel technique destiné aux agents de vulgarisation et autres agents de terrain techniques qui l'utiliseront sur la base des conditions locales.

Au nom du JIRCAS, je tiens à remercier tous nos homologues et agriculteurs du Ghana et d'Éthiopie pour leur contribution à l'élaboration de ce manuel. J'aimerais exprimer ma gratitude la plus sincère à l'endroit du ministère de l'Agriculture, de la Forêt et de la Pêche du Japon pour son assistance financière.

Enfin, j'espère que ce manuel sera utilisé par les agents de vulgarisation menant des activités pratiques sur le terrain dans de nombreux pays africains et contribuera à accroître la production rizicole.

Mars 2012

Dr Takeshi KANO
Directeur du programme
JIRCAS

Remerciements pour la contribution a l'élaboration de la version française

Au nom du JIRCAS, je voudrais remercier le Centre du riz pour l'Afrique (AfricaRice), à Cotonou, Bénin, pour sa contribution à l'élaboration du manuel en français.

Janvier 2013

Dr Takeshi KANO
Directeur du programme
JIRCAS

Table des matières

	Page
1. Introduction.....	1-1
1.1 Contexte.....	1-1
1.2 Pourquoi JIRCAS a-démarré cette étude	1-1
1.3 L'étude	1-2
1.4 Conditions environnementales	1-3
1.4.1 Conditions naturelles.....	1-3
1.4.2 Conditions sociales.....	1-5
2. Sélection des sites	2-1
2.1.1 Ressources en eau.....	2-1
2.1.2 Sol et conditions topographiques.....	2-1
2.1.3 Accessibilité.....	2-1
2.1.4 Intérêt des agriculteurs.....	2-2
2.1.5 Situation économique des agriculteurs	2-2
2.1.6 Estimation globale.....	2-2
2.2 Planification.....	2-4
2.2.1 Concept d'approvisionnement en eau et du cycle d'irrigation.....	2-4
2.2.2 Estimation du coût	2-4
2.2.3 Planification des champs pour la riziculture.....	2-4
2.2.4 Recommandation pour l'amélioration des rizières selon les sites de projet JIRCAS au Ghana	2-5
3. Organisation d'agriculteurs	3-1
3.1 Création d'une organisation d'agriculteurs.....	3-1
3.2 Avantages et inconvénients des activités en groupe	3-1
3.3 Contraintes liées aux activités en groupe	3-2
3.4 Accord de location de terrains	3-3
4. Aménagement de terrains.....	4-1
4.1 Défrichage	4-1
4.2 Construction de canaux	4-2
4.3 Effets des pentes du canal	4-5
4.4 Processus de construction du canal	4-6
4.5 Matériaux de construction du canal.....	4-8
4.6 Irrigation de parcelle à parcelle.....	4-9

4.7	Canal de drainage	4-10
4.8	Ouvrage d'adduction d'eau.....	4-10
4.9	Ouvrage de division	4-11
4.10	Bassin	4-11
4.11	Préparation de la terre	4-12
4.11.1	Labour	4-12
4.11.2	Construction de digues	4-14
4.11.3	Mise en boue.....	4-15
4.11.4	Nivelage.....	4-16
4.12	Entretien des ouvrages d'irrigation	4-17
4.12.1	Pertes d'eau et leurs causes	4-17
4.12.2	Planification de la maintenance des canaux.....	4-17
4.13	Réparation des ouvrages d'irrigation en panne	4-19
4.13.1	Barrière en bois	4-19
4.13.2	Barrière en bambou.....	4-22
4.13.3	Barrage (barrage de dérivation à vanne)	4-25
4.13.4	Outils simples de mesure du niveau de l'eau pour la construction.....	4-28
5.	Culture du riz	5-1
5.1	Connaissances de base en riziculture	5-1
5.1.1	Principaux facteurs de la croissance du riz.....	5-1
5.1.2	Lumière solaire	5-3
5.1.3	Eau	5-6
5.1.4	Sol.....	5-9
5.2	Calendrier culturel	5-16
5.2.1	Programme des activités pour la culture du riz	5-17
5.2.2	Calendrier culturel dans le cas de la région Ashanti (Ghana).....	5-19
5.3	Préparation de la rizière	5-21
5.3.1	Défrichage	5-21
5.3.2	Labour	5-21
5.3.3	Mise en boue.....	5-22
5.3.4	Nivelage.....	5-23
5.4	Stade végétatif	5-26
5.4.1	Traitement avant la germination.....	5-26
5.4.3	Repiquage	5-33
5.4.4	Phase de récupération des dégâts causés par le repiquage	5-41

5.4.5	Désherbage	5-43
5.4.6	Application d'engrais	5-45
5.4.7	Nuisibles et maladies	5-49
5.4.8	Tallage	5-49
5.5	Stade reproductif.....	5-54
5.6	Stade de maturation	5-61
5.6.1	Photosynthèse pendant le stade de maturation.....	5-63
5.6.2	Activité racinaire	5-63
5.6.3	Lutte contre les oiseaux	5-63
5.6.4	Protection contre les maladies.....	5-63
5-7.	Récolte	5-67
5-8.	Post-récolte	5-67
5.8.1	Battage	5-67
5.8.2	Vannage.....	5-69
5.8.3	Séchage	5-69
5.8.4	Stockage	5-71
5.9	Problèmes de base de la riziculture.....	5-71
5.9.1	Problèmes du sol.....	5-71
5.9.2	Problème d'eau.....	5-73
5.9.3	Problème de faible rendement	5-74
6.	Motoculteur	6-1
6.1	Avantages de l'emploi du motoculteur pour la riziculture	6-1
6.2	Opération du motoculteur	6-1
6.2.1	Embrayage	6-1
6.2.2	Dents rotatives	6-2
6.2.3	Filtre à huile	6-2
6.2.4	Épurateur d'air.....	6-2
6.2.5	Pales du radiateur	6-2
6.2.6	Précautions pendant l'opération du motoculteur	6-2
6.2.6	Précautions pendant l'opération du motoculteur	6-2
6.2.7	Précautions avant le démarrage du motoculteur	6-3
6.3	Maintenance du motoculteur	6-3
6.4	Usage commun du motoculteur par des organisations d'agriculteurs	6-5

ANNEXE I : Guide pratique pour la riziculture	A-1
ANNEXE II : Accord de location de terrain	A-3
ANNEXE III: Accord de location du motoculteur	A-4
ANNEXE IV: État actuel et perspectives de la production rizicole au Ghana	A-6

Liste des figures

	Page
Figure 1-1 Zone cible de l'étude -----	1-3
Figure 2-1 Exemple de conception de type canaux divisés, site Baniekrom-C -----	2-5
Figure 2-2 Exemple de conception de type Digue et canal Site de Nsutem-'A' -----	2-6
Figure 2-3 Image du type bassins de collecte, site 'Kodadwen' -----	2-7
Figure 2-4 Schéma de l'état actuel et des 3 types d'aménagements recommandés-----	2-7
Figure 3-1 Organigramme de la création d'une organisation d'agriculteurs-----	3-1
Figure 4-1 Diagramme de flux du processus d'aménagement des terres -----	4-1
Figure 4-2 Détermination de la longueur et de la courbure du canal de dérivation selon le terrain de la pente latérale -----	4-4
Figure 4-3 Détérioration des parois du canal terrestre-----	4-6
Figure 4-4 Concept de la limite des arêtes et construction du canal -----	4-7
Figure 4-5 Forme trapézoïdale du canal vue de biais -----	4-8
Figure 4-6 Canal en terre (a) et coupe transversale (b) -----	4-8
Figure 4-7 Canal recouvert d'une bâche Géomembrane (a) et coupe transversale (b)-----	4-9
Figure 4-8 Irrigation de parcelle à parcelle -----	4-9
Figure 4-9 Ouvrage de division -----	4-11
Figure 4-10 Bassin agricole -----	4-12
Figure 4-11 Charrue simple -----	4-13
Figure 4-12 Dents rotatives -----	4-13
Figure 4-13 Labour par traction animale -----	4-14
Figure 4-14 Charrue pour traction animale -----	4-14
Figure 4-15 Construction d'une digue -----	4-14
Figure 4-16 Concept de la construction d'une digue -----	4-15
Figure 4-17 Mise en boue -----	4-15
Figure 4-18 Nivelage avec deux bœufs en Éthiopie -----	4-16
Figure 4-19 Nivelage avec un motoculteur au Ghana -----	4-16
Figure 4-20 Outil de compactage -----	4-18
Figure 4-21 Plantes aquatiques dans un canal -----	4-19
Figure 4-22 Trou de crabe -----	4-19
Figure 4-23 Canal endommagé par un glissement de terrain -----	4-21
Figure 4-24 Structure d'une barrière en bois -----	4-22

Figure 4-25 Jalonnage pour la barrière en bois -----	4-22
Figure 4-26 Canal endommagé par l'érosion due à l'eau -----	4-24
Figure 4-27 Affûtage de la pointe d'un piquet en bambou -----	4-24
Figure 4-28 Barrière en bambou -----	4-25
Figure 4-29 Ancien barrage endommagé -----	4-28
Figure 4-30 Nouveau barrage (barrage de dérivation à vanne) -----	4-28
Figure 4-31 Fabrication d'un outil de mesure du niveau d'eau simple pour la construction-----	4-30
Figure 4-32 Outil de mesure du niveau d'eau simple -----	4-31
Figure 5-1 Photosynthèse -----	5-2
Figure 5-2 Structure du couvert végétal à haute densité -----	5-3
Figure 5-3 Structure du couvert végétal à densité adéquate -----	5-4
Figure 5-4 Structure du couvert végétal à basse densité -----	5-4
Figure 5-5 Différence de l'effet de l'engrais pendant les saisons humide et sèche -----	5-5
Figure 5-6 La fermeture du stomate empêche l'absorption de CO ₂ -----	5-7
Figure 5-7 Irrigation des rizières-----	5-8
Figure 5-8 Types de rizière -----	5-10
Figure 5-9 Sol noir -----	5-12
Figure 5-10 Sol rouge -----	5-12
Figure 5-11 Sol blanc -----	5-12
Figure 5-12 Sol bleu verdâtre -----	5-12
Figure 5-13 Sol brun noirâtre -----	5-12
Figure 5-14 Effet du CEC sur la fertilité du sol-----	5-15
Figure 5-15 Diagramme des stades de croissance de la variété de 120 jours-----	5-16
Figure 5-16 Précipitations et calendrier cultural -----	5-20
Figure 5-17 Motoculteur muni d'une charrue à versoir simple -----	5-22
Figure 5-18 Motoculteur à dents rotatives -----	5-23
Figure 5-19 Élimination des adventices germinées par submersion-----	5-24
Figure 5-20 Augmentation de l'eau et de la teneur en nutriments par la mise en boue et le nivelage -----	5-24
Figure 5-21 Motoculteur avec râteau -----	5-25
Figure 5-22 Importance du maintien d'une lame d'eau dans le champ -----	5-26
Figure 5-23 Mécanisme de germination -----	5-27
Figure 5-24 Tri de semences de bonne qualité par flottaison -----	5-28

Figure 5-25 Tri plus méticuleux de semences de bonne qualité avec de l'eau salée-----	5-28
Figure 5-26 Trempage des semences -----	5-29
Figure 5-27 Incubation des semences pendant deux jours -----	5-29
Figure 5-28 Pépinière de bas-fond et pépinière de plateau -----	5-30
Figure 5-29 Taille du lit de pépinière -----	5-32
Figure 5-30 0,5 kg de semences -----	5-32
Figure 5-31 Quantité de semences pour le lit de pépinière (5 m ²) -----	5-33
Figure 5-32 Mauvais et bons plantules -----	5-34
Figure 5-33 Plantules plantés dans le lit de pépinière pendant longtemps --	5-35
Figure 5-34 Les plantules sont endommagées lorsqu'on tire dessus-----	5-36
Figure 5-35 Drainage du champ -----	5-36
Figure 5-36 Ramollir le sol par arrosage -----	5-37
Figure 5-37 Retrait des plantules de la pépinière -----	5-38
Figure 5-38 Plantules peu endommagées et plantules très endommagées --	5-38
Figure 5-39 Maintenir les racines dans l'eau -----	5-39
Figure 5-40 Repiquage à 20 cm x 20 cm d'espacement -----	5-40
Figure 5-41 Gestion de l'eau après le repiquage -----	5-40
Figure 5-42 Importance du remplissage pour la lutte contre les adventices---	5-41
Figure 5-43 Croissance de nouvelles racines -----	5-41
Figure 5-44 Gestion de l'eau après le repiquage -----	5-42
Figure 5-45 Caractéristiques des herbicides -----	5-43
Figure 5-46 Le champ est drainé avant application de l'herbicide -----	5-43
Figure 5-47 Sarclieuse -----	5-45
Figure 5-48 NPK (50 kg/sac) est divisé en 10 sacs (5 kg/sac) -----	5-46
Figure 5-49 Zone d'application de 5 kg de NPK -----	5-46
Figure 5-50 Quantité d'engrais valant la moitié de la bouteille de plastique de 1,5 L -----	5-46
Figure 5-51 Application de quantités égales d'engrais-----	5-47
Figure 5-52 Perte d'azote par nitrification -----	5-48
Figure 5-53 Bactériose -----	5-49
Figure 5-54 Foreur de tige -----	5-49
Figure 5-55 Diagramme du tallage -----	5-50
Figure 5-56 Dénitrification -----	5-51
Figure 5-57 Effet de la structure du couver végétal sur le rendement -----	5-53

Figure 5-58	Structure du riz (haut) et panicule (bas) au stade de maturation	5-54
Figure 5-59	Diagramme du développement de la panicule	5-55
Figure 5-60	Élongation des 4 ^e et 5 ^e entre-nœuds causant la verse	5-56
Figure 5-61	Moment approprié pour l'application de l'engrais	5-58
Figure 5-62	Moment approprié pour l'application de l'engrais en cas de faible croissance et de croissance normale	5-59
Figure 5-63	Le manque d'eau engendre un retard de l'épiaison	5-60
Figure 5-64	Le manque d'eau engendre un retard d'environ 10 jours de l'épiaison	5-60
Figure 5-65	Diagramme du taux d'épiaison des variétés Jasmine et Sikamo	5-60
Figure 5-66	La date d'épiaison de quelques plants de riz devient une repère pour choisir le moment d'application de l'engrais	5-60
Figure 5-67	Exemple simple de la relation entre contenant et source	5-61
Figure 5-68	Sources de glucides pour le grain	5-62
Figure 5-69	Structure du couvert végétal idéal au stade d'épiaison	5-63
Figure 5-70	Helminthosporiose (droite et gauche)	5-65
Figure 5-71	Pyriculariose (droite et gauche)	5-66
Figure 5-72	Charbon des grains	5-66
Figure 5-73	Faux charbon	5-66
Figure 5-74	Récolte du riz	5-67
Figure 5-75	Battage	5-68
Figure 5-76	Batteuse	5-69
Figure 5-77	Sol graveleux	5-72
Figure 5-78	Sol sablonneux	5-72
Figure 5-79	Engrais moins effectif dans le problème de sol	5-72
Figure 5-80	Les plants de riz sont attaqués par l'hémithosporiose	5-72
Figure 5-81	Symptômes de carence en potassium	5-72
Figure 5-82	Exemple de moment d'application d'engrais pour un sol à problème	5-73
Figure 5-83	Irrigation du champ plus élevé que le canal par motopompe	5-74
Figure 5-84	Irrigation par rotation	5-74
Figure 5-85	Relation entre la composante rendement et les facteurs induisant un faible rendement	5-75
Figure 6-1	Nombre et fréquence des accidents rapportés en un an pendant les projets de culture à Sokwae, Nsudem, Kodadwen et Barniekrom	6-4
Figure 6-2	Coûts de la maintenance pour chaque pièce	6-4

Liste des tableaux

	Page
Tableau 2-1 Exemple de critères de sélection	2-3
Tableau 3-1 Avantages et désavantages des activités de groupe	3-2
Tableau 3-2 Points à considérer pour les activités de groupe.....	3-3
Tableau 5-1 Caractéristiques de chaque sol	5-11
Tableau 5-2 Fertilité des sols.....	5-13
Tableau 5-3 Estimation du nombre de jours requis pour les activités pour 1 ha.....	5-17
Tableau 5-4 Programme.....	5-18
Tableau 5-5 Tableau de conversion.....	5-45
Tableau 5-6 Teneur en humidité appropriée du grain pour différents processus.....	5-70

1. Introduction

1.1 Contexte

Le Centre de recherche international japonais pour les sciences agricoles (JIRCAS) a démarré en 2008 une étude sur le développement d'infrastructures et de technologies améliorées pour la production de riz en Afrique (DIITRPA), principalement financée par le ministère de l'Agriculture, de la Forêt et de la Pêche (MAFF) du Japon. Cette étude se focalise sur les techniques de validation que JIRCAS a acquises à travers trois années et deux années d'études au Ghana et en Éthiopie respectivement. Ce manuel technique est publié pour être diffusé dans d'autres pays d'Afrique.

1.2 Pourquoi JIRCAS a démarré cette étude

Les études démographiques montrent une croissance démographique rapide en Afrique. Subséquemment, la pénurie alimentaire deviendra un grave problème mondial dans un avenir proche. Étant donné que la production rizicole en Afrique n'arrive pas à satisfaire la demande, les importations de riz en provenance d'Asie et d'autres parties du monde sont actuellement importantes.

Depuis les années 1970, la consommation de riz augmente en Afrique. De ce fait, les gouvernements d'Afrique de l'Ouest assistés par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) ont établi l'Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO), en anglais, *West Africa Rice Development Association – WARDA*. Cette association est actuellement connue sous l'appellation « Centre du riz pour l'Afrique ». Depuis sa création, l'ADRAO a produit de nouvelles variétés de riz pour l'Afrique (NERICA), dont la diffusion a été appuyée par le Japon. Cependant, le riz NERICA n'est pas encore

connu dans la plupart des pays africains à cause du manque d'expérience dans le domaine de la riziculture dans la plupart des sociétés.

En mai 2008, le Japon a conjointement lancé le concept de Coalition pour le développement de la riziculture en Afrique (CARD) avec l'Alliance pour une révolution verte en Afrique (AGRA), dont le but est de doubler la production rizicole et c'est dans ce cadre que cette étude a été initiée en vue de contribuer à l'atteinte de l'objectif de la CARD.

1.3 L'étude

Depuis l'exercice 2008, JIRCAS mène plusieurs études au Ghana pour vérifier les problèmes actuels relatifs à la production rizicole, et a identifié deux sites de projet, pour chacun des deux instituts de recherche basés à Kumasi ; Institut de recherches sur les cultures (CRI) et Institut de recherches sur les sols (SRI). Dans quatre sites du projet situés près de Kumasi, JIRCAS a effectué des études de validation pour assurer une transition efficace vers un aménagement similaire aux champs de paddy asiatiques traditionnels. Cela a inclus : (i) la construction de digues, le nivelage et la mise en boue avec ouvrages d'entrée et de sortie pour l'irrigation, (ii) l'application d'engrais appropriés et (iii) l'introduction des techniques de désherbage et de post-récolte.

Les sites du projet se situent dans la zone cible comme indiqué sur la Figure 1-1.

Conscient de l'importance de la dissémination, JIRCAS a demandé l'aide du ministère de l'Alimentation et de l'Agriculture (MOFA) du Ghana pour les activités de transfert de technologies. Subséquemment, des formations sur le tas (OJT) ont été conduites en collaboration avec des experts de CRI et SRI à l'intention

des agents de vulgarisation du MOFA qui connaissent les conditions des sols sur les sites du projet. Ces agents de vulgarisation devront transférer leur expérience aux agriculteurs après les programmes OJT.

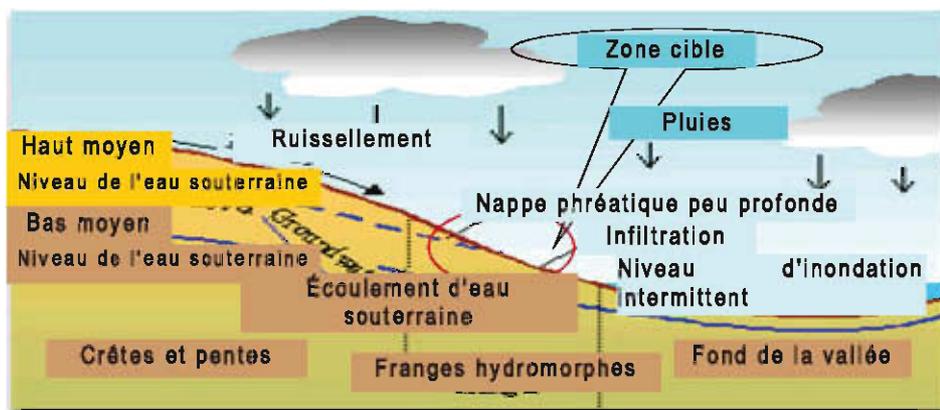


Figure 1-1 Zone cible de l'étude

Source : Centre du riz pour l'Afrique

<http://www.africarice.org/>

1.4 Conditions environnementales

La technologie Sawah n'est pas toujours l'unique solution pour résoudre le problème des faibles rendements rizicoles. Il y a des conditions dans lesquelles cette technologie peut être appliquée ou mise en œuvre avec succès. Ces conditions peuvent se diviser en deux catégories ; naturelles et sociales. Toutes deux sont des conditions environnementales qui ne peuvent pas être généralement modifiées par l'homme. C'est plutôt la variété de riz ou le système cultural qui peut être modifié pour être adapté à un environnement donné.

1.4.1 Conditions naturelles

Trois facteurs principaux peuvent être considérés sous la catégorie conditions naturelles de la riziculture, à savoir les précipitations, la température et la topographie.

1.4.1.1 Précipitations

L'eau est indispensable au démarrage de tout système rizicole. Des précipitations suffisantes peuvent être requises pour le bon fonctionnement du système Sawah. La documentation indique que des précipitations annuelles entre 800 et 1 300 mm sont suffisantes pour la riziculture.

En effet, des précipitations annuelles inférieures à 800 mm sont insuffisantes pour la riziculture. Pour une gestion efficace de la riziculture, comme par exemple cultiver le riz deux, trois fois ou plus de cultures par saison ou la riziculture hautement mécanisée, le volume des précipitations annuelles doit être méticuleusement contrôlé, en vue de planifier le type de système de production rizicole à adopter.

1.4.1.2 Température

La température est un autre facteur important qui affecte la riziculture. Toutefois, en Afrique les températures sont relativement homogènes dans la plupart des régions et adaptées à la riziculture. Dans les régions à haute altitude, des variétés tolérantes aux basses températures devraient être mises au point et utilisées.

Dans les régions montagneuses comme l'Éthiopie, la température la plus basse pendant la campagne rizicole doit être prise en compte, et des considérations/traitement spéciaux appliqués, telles que l'introduction de variétés de riz tolérantes aux basses températures ou la gestion des mesures de prévention, comme par exemple maintenir une lame d'eau profonde dans les rizières pendant les nuits avant ou quand l'air froid frappe ou doit frapper la région.

1.4.1.3 Topographie (pente)

Pour faciliter l'aménagement des terres et la gestion de

l'eau, des zones relativement plates ou en pente douce sont recommandées pour le système Sawah. L'irrigation par gravitation est plus facile à appliquer sur un terrain plat ou en pente douce, comme les bas-fonds que sur une plaine inondable. Cela s'explique par le fait que, pour la plaine d'inondation, la gestion de l'eau demande des investissements plus importants à la fois pour les ouvrages d'irrigation et de drainage.

1.4.1.4 Accessibilité (proximité du site)

Pour faciliter la gestion, comme lors du déplacement des équipements agricoles (par ex. motoculteur), des intrants agricoles (semences, engrais, herbicides, etc.) et des produits de la ferme vers les champs et vice-versa, des sites faciles d'accès sont préférables.

1.4.2 Conditions sociales

Les conditions sociales sont des facteurs importants qui peuvent affecter la production rizicole. Certains de ces facteurs sont les suivants : la question du système foncier, la situation des agents de vulgarisation et les étapes de la mécanisation.

1.4.2.1 Questions relatives au foncier

La propriété foncière est un facteur majeur pour la production rizicole. Pour les agriculteurs non-propriétaires de leurs terres, il est important d'assurer un contrat de location des terrains à long terme. En effet, l'aménagement de terrains sous le système Sawah exige un investissement initial plus important comparé à d'autres systèmes.

Pour la pérennité, des accords à long terme sont requis pour compenser cet investissement.

1.4.2.2 Situation des agents de vulgarisation

Les connaissances techniques et les conditions de travail des agents de vulgarisation doivent être étudiées en vue d'assurer une communication et des transferts de technologies efficaces. Les agents de vulgarisation devraient connaître les conditions sociales des agriculteurs et être capables de communiquer avec eux dans les langues qu'ils comprennent le mieux. Ils doivent être mobiles, motivés et travailler avec un nombre optimal d'agriculteurs.

1.4.2.3 État de la mécanisation dans la zone

La mécanisation n'est pas facile à réaliser en quelques années, car un motoculteur exige des activités d'opération et de maintenance continues quand il est introduit sur un site. Des pièces de rechange sont requises, et parfois les forgerons peuvent être formés pour fabriquer des pièces simples. De même, des mécaniciens locaux et des opérateurs de motoculteur devraient être formés aux travaux de routine et à la maintenance correcte des machines.

2. Sélection des sites

2.1 Faisabilité fondamentale

2.1.1 Ressources en eau

- Les sources d'eau d'irrigation ordinaires sont généralement les fleuves, cours d'eau et sources. Il est nécessaire d'obtenir des données sur le volume des précipitations et la disponibilité de l'eau des fleuves et sources pendant toute la saison culturale.
- Il y'a lieu d'estimer le volume d'eau disponible pour l'irrigation en vue de la planification et de la programmation efficace de l'irrigation. Le suivi continu du niveau de l'eau est préférable pour une planification à long terme.

2.1.2 Sol et conditions topographiques

- La zone doit être sélectionnée sur une pente douce ou un large bassin humide.
- Exemple des paramètres :
La pente doit être graduelle ou douce (moins de 1/100). Le niveau d'eau stagnant sur un site à sélectionner doit être de moins de 35 cm. (Si l'emploi de machines est envisagé, la capacité portante du sol doit être testée, et plus de 0,5 kg/cm² est recommandé.)

2.1.3 Accessibilité

- Un bon accès du village ou des routes principales à la zone de production est nécessaire pour le transport des équipements, des autres intrants aux champs et des produits du champ au village ou au centre de commercialisation.
- Les pistes agricoles environnantes de la zone de production rizicole permettent d'accéder au champ et de transporter les extrants.

2.1.4 Intérêt des agriculteurs

- Une condition *sine qua non* est que les agriculteurs aient de l'assentiment pour les infrastructures et les technologies améliorées pour la riziculture irriguée. Sinon l'intervention se limitera à un essai futile.
- La conduite d'interviews ou d'études d'échantillonnage auprès des agriculteurs est recommandée avant la sélection des sites.

2.1.5 Situation économique des agriculteurs

- L'aptitude des agriculteurs qui adoptent de nouvelles techniques agricoles dépend de leur capacité à fournir les ressources requises et aussi de l'applicabilité des systèmes fonciers existants.
- Les autres conditions sociales des agriculteurs, telles que les systèmes de location des équipements et les systèmes de micro-financement, doivent aussi être pris en compte.

2.1.6 Estimation globale

- Le site doit être considéré dans sa totalité avant la sélection. Les critères de sélection modèles donnés par le Dr Fukuo (2010) figurent dans le Tableau 2-1, page 2-3.

Tableau 2-1 Exemple de critères de sélection

No.	Nom de la communauté	Accès	Culture en saison sèche	Culture du riz	Ressource en eau	État du sol (saison sèche)	Palmier	Total (5~18)
		1~5*	Riz = 4 Légumee= 2 Non = 0	Oui= 2 Non= 1	Pas d'inondation= 3 Inondations < 1 m = 2 Inondations > 1 m = 1	Humide = 3 Humide et sec = 2 Sec = 0	Oui= 1 Non= 2	
1)	Afari	4	4	2	2	3	2	17
2)	Manhyie Dkc	5	0	2	2	3	2	14
3)	Pakukrom	2	2	2	2	2	2	12
4)	Sabronum	2	2	2	3	3	2	14
5)	Akropong	4	4	2	2	3	2	17
6)	Amdum Adankwame	4	4	2	2	3	2	17
7)	Boatenkurom	4	4	2	1	2	2	15
8)	Kunsucamp	3	2	2	2	2	2	13
9)	Odoyefe	2	2	2	2	2	2	12
10)	Nyameadom	5	2	1	2	2	1	13
11)	Bronikrom	5	2	2	1	3	2	15
12)	Afresine Camp	3	2	2	1	2	1	11
13)	Afresini	2	4	1	1	0	2	10
14)	Akuapem	-	2	1	2	3	2	10
15)	Asebakrom	4	2	2	1	2	2	13
16)	Ademse	4	0	2	1	0	2	9
17)	Awia	-	2	1	-	-	2	5
18)	Senkyem	3	2	2	3	3	2	15
19)	Amanin	3	0	2	2	3	2	12
20)	Yawkobi	3	2	2	2	0	2	11
21)	Ohiapae	1	2	2	3	0	2	10
22)	Mehame	1	2	2	3	0	2	10
23)	Pasoro	5	4	2	2	3	1	17
24)	Aninkroma	5	2	2	2	3	2	16
25)	Amakye Bari	5	4	2	2	3	2	18
26)	Betinko	1	2	2	2	3	2	12
27)	Amoakrom	4	2	2	2	3	2	15
28)	Biemtetrete	4	2	2	1	2	1	12
29)	Anyinasuo	5	2	2	1	3	2	15
30)	Banokrom	4	2	2	2	0	2	12
31)	Amoakrom	4	2	2	2	2	2	14
32)	Amakon	5	0	2	2	0	2	11
33)	Pokuase	4	2	2	1	0	2	11
34)	Esienkyem	4	2	2	3	0	2	13
35)	Adugyama	5	2	2	3	0	2	14
36)	Achiese	4	2	2	2	0	2	12
37)	Attakrom	5	0	2	1	0	2	10

Source : Dr Fukuo, 2^e Réunion du Comité de pilotage
(mars 2010)

2.2 Planification

2.2.1 Concept d'approvisionnement en eau et du cycle d'irrigation

- La méthode d'irrigation par rotation est recommandée pour réaliser une distribution équitable de l'eau sur tous les champs.
- La zone cible doit être divisée en un certain nombre de blocs d'irrigation.
- La demande en eau peut être estimée selon les besoins en eau de la culture, le mode cultural et de l'efficacité de l'irrigation au niveau de la ferme.
- Les plans d'approvisionnement en eau (programmes d'irrigation) doivent être définis pendant une réunion des agriculteurs, en tenant compte de la disponibilité de l'eau, de la culture et d'autres facteurs. Cette réunion doit être tenue avant la saison culturale.

2.2.2 Estimation du coût

Le coût doit être estimé pour les éléments suivants :

- Équipements et outils : motoculteur, pic, machette, pioche, pelle, bêche, etc.
- Infrastructures : construction de canaux, construction de réservoir, défrichage, dessouchage et collecte des débris, construction de digues, labour, mise en boue et nivelage.

2.2.3 Planification des champs pour la riziculture

- La zone à aménager doit être située près d'une source d'eau fiable. Une zone vaste est recommandée (50 acres).
- La zone doit être divisée en parcelles de taille régulières et gérables.

2.2.4 Recommandation pour l'amélioration des rizières selon les sites de projet JIRCAS au Ghana

2.2.4.1 Forme et nature de la vallée

- Les bas-fonds sont de formes variables, par ex. forme convexe, forme concave, etc.
- En période d'inondation, dans le type convexe, l'eau stagne au centre du terrain car le niveau y est plus bas que dans le reste du terrain. (Référence – Figure 2-4, page 2-7)

2.2.4.2 Type deux canaux

- Naturellement, un cours d'eau s'écoule au centre de la vallée.
- Les canaux doivent être construits sur chaque côté du cours d'eau naturel.
- Après la construction des canaux, le cours d'eau naturel servira d'évacuation (Référence – Figure 2-1)

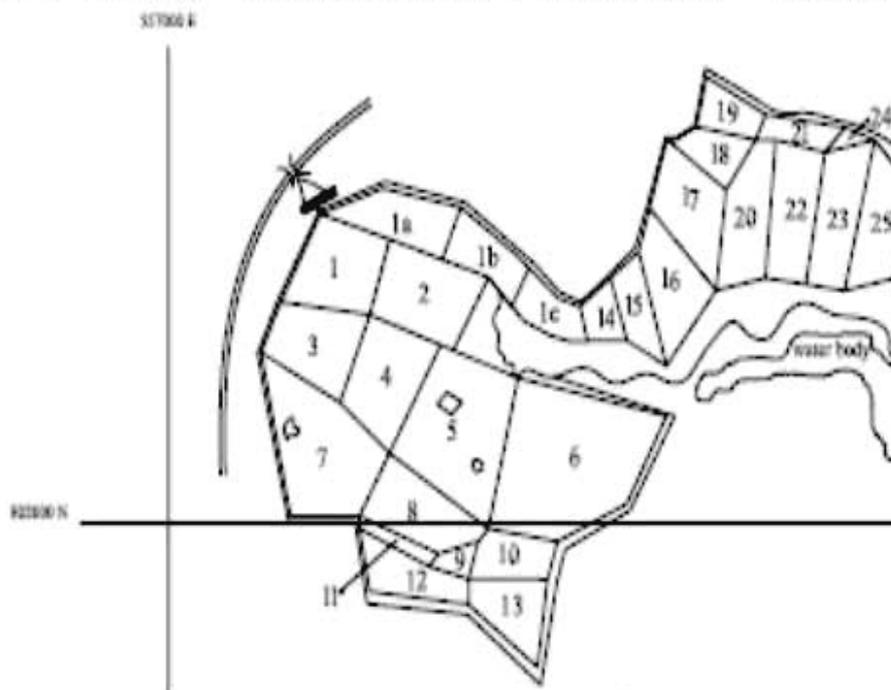


Figure 2-1 Exemple de conception de type canaux divisés, site Baniakrom-C. Source : SRI

2.2.4.3 Types de barrage et canal

Dans cette situation, le cours d'eau est proche des parcelles, mais il n'y a pas de voie d'eau naturelle pour conduire l'eau aux champs.

- Le barrage et le canal doivent être construits pour amener l'eau aux champs.

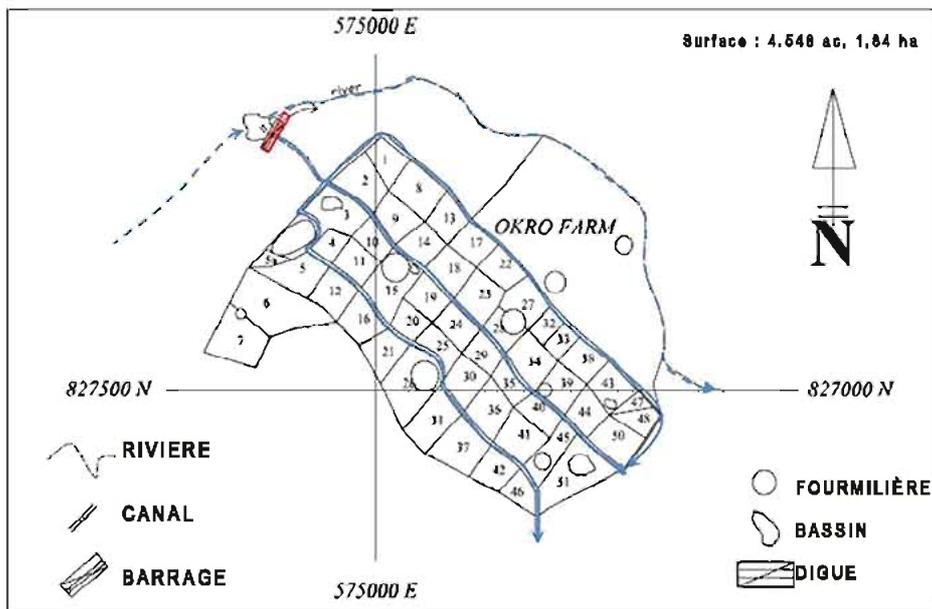


Figure 2-2 Exemple de conception de digue et canal
Site de Nsudem-'A'. Source : SRI

2.2.4.4 Type bassin

Dans cette situation, il n'y a pas de source d'eau naturelle ruisselante.

- Les bassins naturels doivent être assainis,
- Un bassin doit être construit s'il n'y en a pas.
- L'eau peut être fournie par pompage.

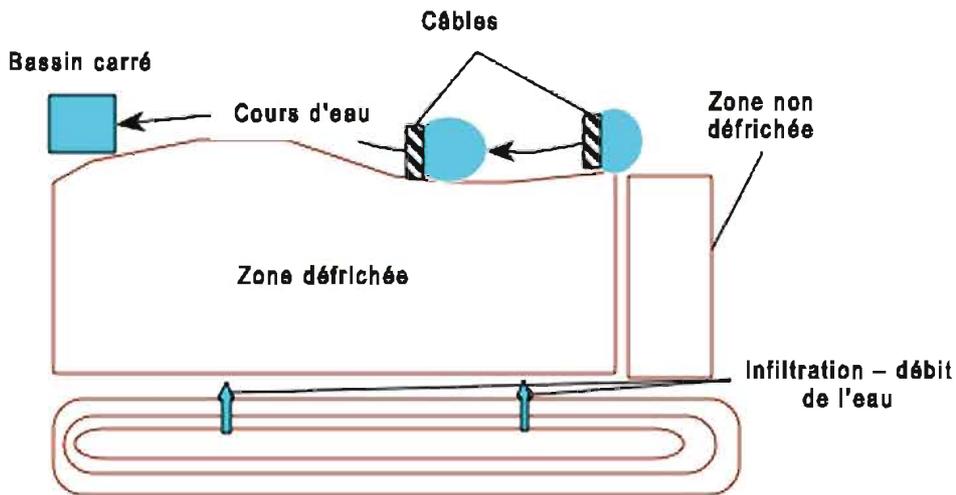


Figure 2-3 Image du type bassins de collecte, site 'Kodadwen'

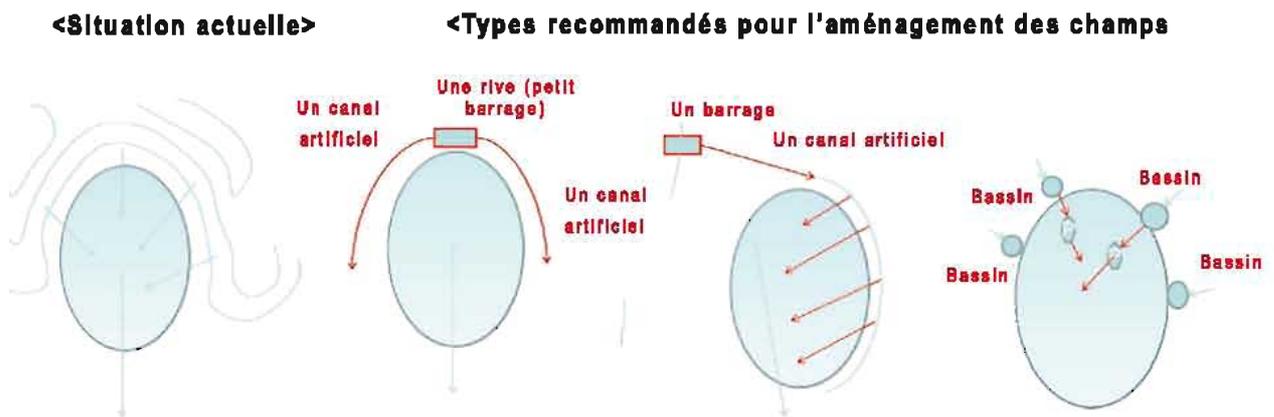


Figure 2-4 Schéma de l'état actuel et des 3 types d'aménagements recommandés

3. Organisation d'agriculteurs

3.1 Création d'une organisation d'agriculteurs

Le processus de création d'une organisation d'agriculteurs est illustré par la Figure 3-1.

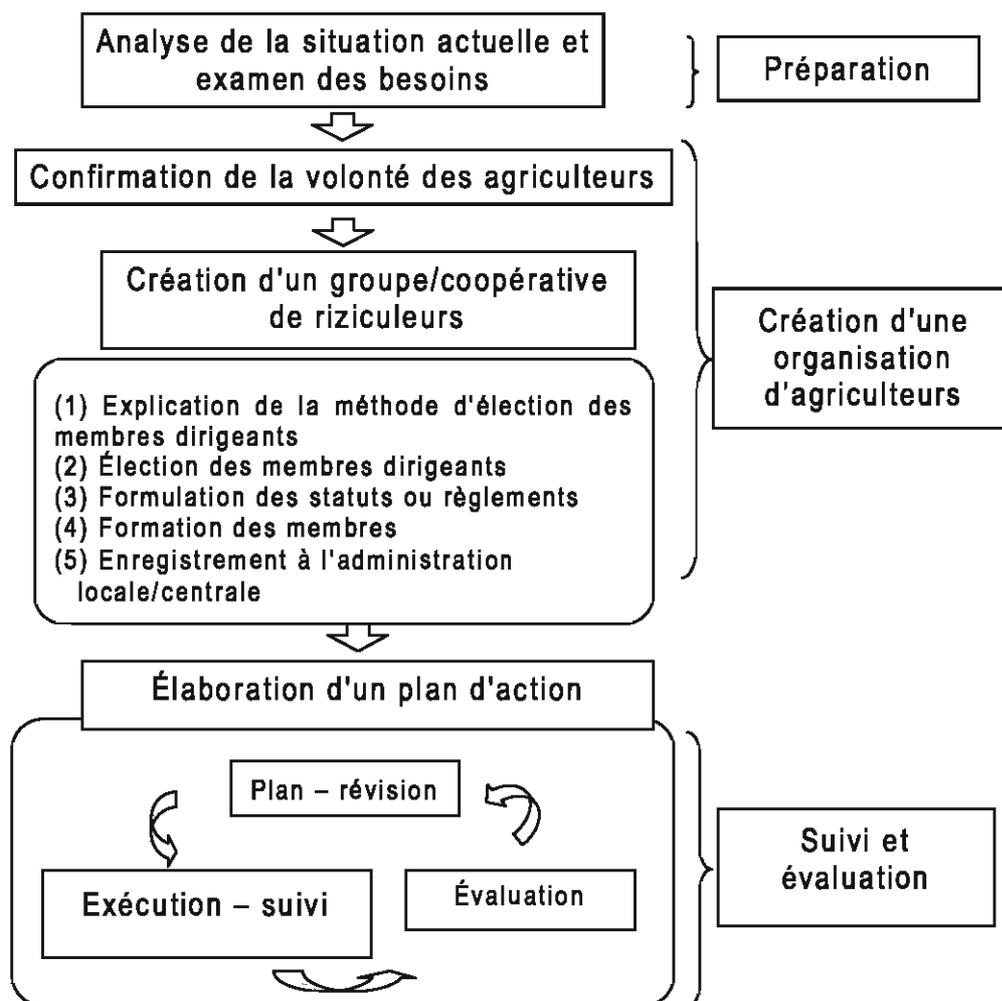


Figure 3-1 Organigramme de la création d'une organisation d'agriculteurs

3.2 Avantages et inconvénients des activités en groupe

Le Tableau 3-1 ci-dessous montre les avantages et inconvénients des activités de groupe pour la riziculture.

Tableau 3-1 Avantages et inconvénients des activités de groupe

<p>Avantages</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les efforts de groupe peuvent contribuer à effectuer la culture, le semis de la pépinière, en moins de temps que ne le ferait un seul ouvrier. • Les achats en groupe peuvent réduire la dépense globale et le coût du transport des équipements et matériels, y compris les engrais et les produits agrochimiques. • Les ventes en groupe peuvent réduire le coût du transport du riz récolté. Un groupe peut plus facilement garantir aux acheteurs extérieurs leurs ventes si une quantité récoltée suffisante peut être proposée. La création d'un groupe d'agriculteurs qui est enregistré auprès du gouvernement peut obtenir un soutien extérieur.
<p>Inconvénients</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le revenu par capita diminue si le revenu total est partagé entre les membres. Le plan pour une activité peut être retardé, à moins que tous les membres respectent le programme.

Comme l'indique le tableau, les avantages l'emportent largement sur les inconvénients. Cependant, il est aussi important de noter que ce système représentera un défi. Il est assez difficile d'introduire des activités en groupe car cela dépend du fait que des travaux antérieurs ont été collaboratifs ou non dans la zone à cultiver. Les agriculteurs doivent pouvoir prendre des décisions indépendamment des autres membres. La décision de faire partie d'un groupe ne doit pas être imposée aux agriculteurs.

3.3 Contraintes liées aux activités en groupe

Si les agriculteurs choisissent les activités en groupe, ils doivent considérer les points suivants, indiqués dans le Tableau 3-2, pour minimiser les malentendus et renforcer la confiance entre les membres du groupe.

Tableau 3-2 Points à considérer pour les activités de groupe

Elément	Points de préoccupation
Élection des responsables	<ul style="list-style-type: none"> • Cinq responsables au minimum, à savoir un président, un vice-président, un secrétaire, un trésorier et organisateur, doivent être élus. Ce nombre peut varier selon la taille du groupe. • Le consensus est recommandé pour les élections dans les groupes de petite taille. Mais le vote secret est conseillé, si possible, parce qu'il va refléter les intentions réelles des membres. Les dirigeants devraient donc être élus par vote secret.
Formulation des statuts et règlements	<ul style="list-style-type: none"> • Il est nécessaire de décrire les objectifs du groupe, les détails des travaux en collaboration, le calendrier et la fréquence des réunions, la durée du mandat des responsables élus, les frais d'inscription des membres, la cotisation des membres, et les amendes en cas de manquement aux responsabilités. Cette documentation sera distribuée aux membres.
Rapport trésorier	<ul style="list-style-type: none"> • La gestion des frais d'inscription des membres, des cotisations et autres dépenses sera enregistrée dans le livre des comptes pour assurer la transparence. Par ailleurs, les états financiers audités seront présentés lors de l'Assemblée générale.
Gestion des matériels et équipements	<ul style="list-style-type: none"> • Un gestionnaire sera nommé pour superviser les équipements et matériels agricoles du groupe, tels que motoculteur, engrais et autres intrants. • L'inventaire, l'usager, et la quantité utilisée seront enregistrés à chaque occasion, et l'état courant sera rapporté à chaque Assemblée générale.

3.4 Accord de location de terrains

L'agriculteur doit détenir un accord de location s'il veut aménager un Sawah (Suiden) sur un terrain loué. Il doit signer un accord de location écrit, dont il est souhaitable que la période soit la plus longue possible. La première année d'aménagement du Sawah nécessite beaucoup

d'infrastructures, tels que les ouvrages d'adduction d'eau et de drainage, les canaux. Le coût d'investissement est plus élevé que celui de l'aménagement des champs de plateaux. Aussi, si le propriétaire foncier reprend un terrain après une courte période d'aménagement, l'agriculteur ne sera plus motivé. Ce ne sera pas rentable pour l'agriculteur car il ne pourra pas récupérer son investissement. Un accord de location devrait donc avoir une durée d'au moins cinq ans, mais plus de dix ans est souhaitable.

L'Annexe 2 porte sur un exemple d'accord de location.

4. Aménagement de terrains

Les méthodes de sélection des sites et de planification ont été expliquées précédemment dans le Chapitre 2. Les procédures et méthodes concrètes d'aménagement de terrains sont expliquées dans ce chapitre. La Figure 4-1 présente le diagramme des flux du processus d'aménagement de terrains.

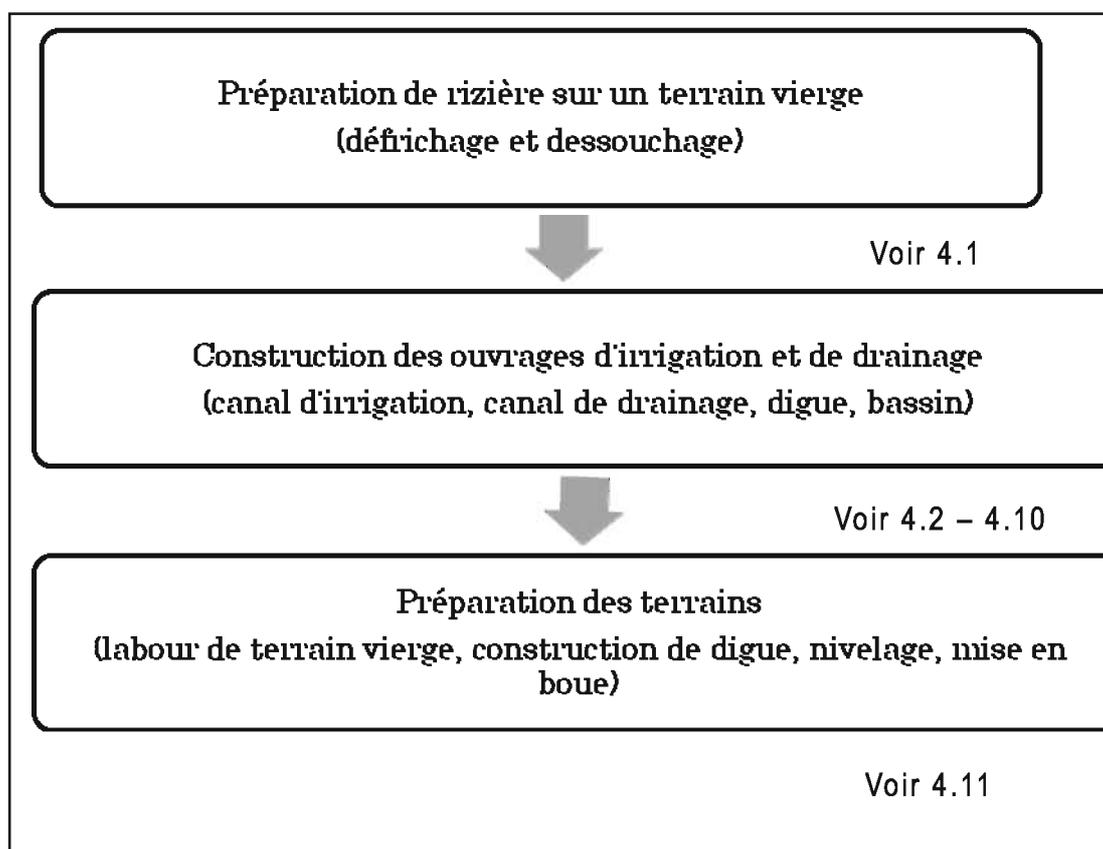


Figure 4.1 Diagramme des flux du processus d'aménagement des terres

4.1 Défrichage

Dès le départ, la zone doit être nettoyée (les adventices et arbustes défrichés et brûlés, et les terrains dessouchés).

- **Défrichage** : les adventices et arbustes doivent être coupés ou taillés à la machette ou à la houe.
- **Brûlis** : les herbes et arbres taillés, et les feuilles des arbres doivent être partiellement brûlés pour

faciliter l'aménagement. La zone à brûler doit être de moins de 2 – 3 ha. Le brûlis doit être contrôlé pour éviter un feu de brousse.

- Dessouchage : Les racines des arbres et arbustes et les troncs doivent être enlevés.

Note : De plus, les pierres de grande taille (par ex. taille d'un œuf) peuvent aussi être éliminées, car elles affectent le fonctionnement des équipements.

4.2 Construction de canaux

Pour la construction d'un canal, l'itinéraire doit être considéré en premier lieu. Il doit toujours s'adapter à la pente de talus du fleuve et de la vallée. Deux critères principaux sont utilisés dans ce but :

- Position de l'itinéraire du fleuve
- Position du point de distribution d'eau.

Facteurs à considérer :

- Le gradient du canal doit être de plus de 0,5 % sur toute sa longueur, mais ne doit pas dépasser 1,0 % (si c'est un canal en terre) parce que l'eau s'écoule par gravitation. Les dépressions et gradients négatifs, ainsi que les canaux trop longs doivent être évités.
- Les canaux peuvent varier en forme, longueur et gradient.
- Il doit s'adapter à la forme des pentes de talus des fleuves et de la vallée.

Note : L'itinéraire du fleuve est naturellement détourné, ce qui ne peut pas être modifié facilement.

La Figure 4-2 montre un gradient de rivière de 1,44 % et un gradient de canal moyen de 0,5 %. Dans le cas « A », l'ondulation est douce, et le canal est légèrement plus long entre les points de prise et de distribution d'eau que le trajet de la rivière.

Inversement, dans le cas « B », le canal doit contourner les affluents, par conséquent, un long détour avec un

gradient d'au moins 0,5 % est nécessaire.

L'augmentation de la longueur du canal peut avoir les effets suivants :

- Coûts de construction et de maintenance accrus
- Perte accrue de l'eau affectée due à des fuites d'eau et à l'évaporation
- Complications accrues avec les terrains avoisinants car le canal doit traverser une zone plus importante

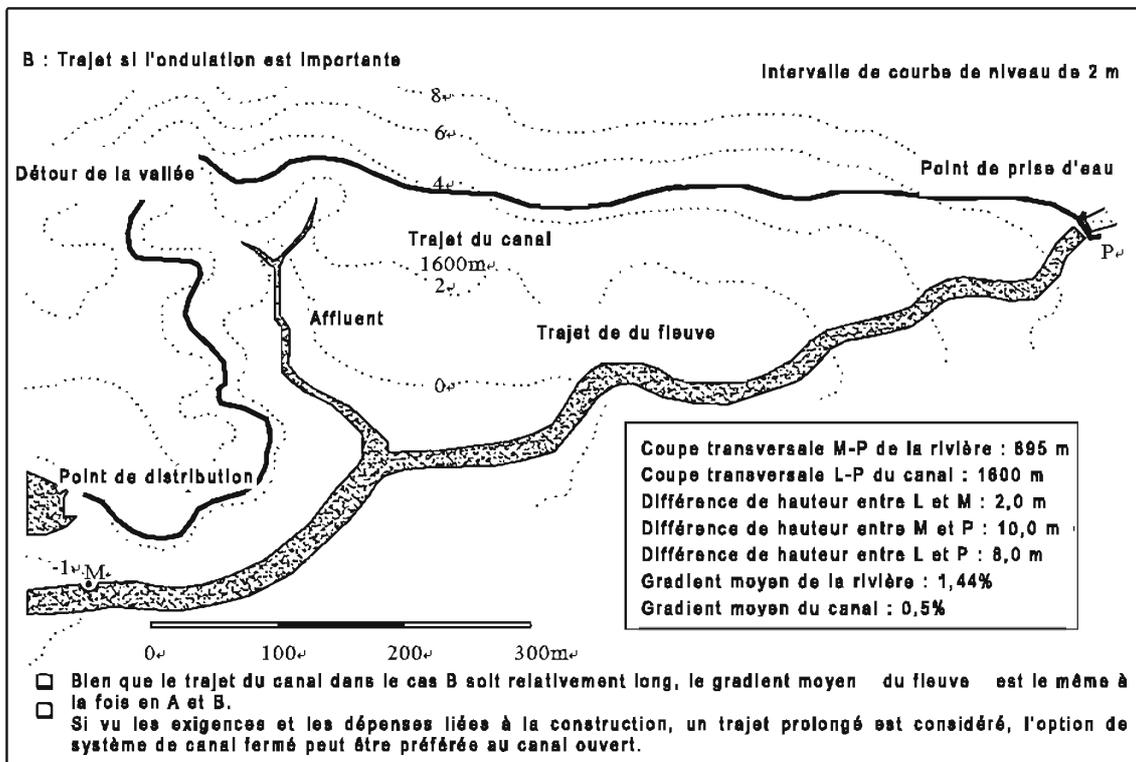
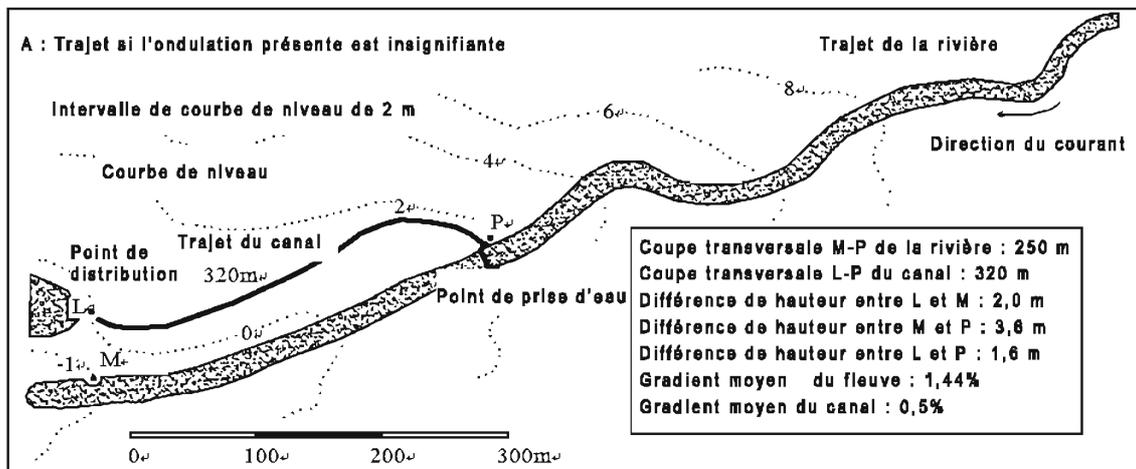


Figure 4-2 Détermination de la longueur et de la courbure du canal de dérivation selon le terrain de la pente latérale (Source : Hugues Dupriez et Philippe De Leener, 1990)

4.3 Effets des pentes du canal

Les pentes latérales des canaux terrestres sont exposées aux cas suivants :

- L'eau s'écoulant emporte des particules de sable et d'argile des pentes latérales vers les ruisseaux rapides, les eaux dormantes et la végétation peu abondante. Dans ce cas, la coupe transversale du canal a tendance à s'élargir.
- Les particules du sol emportées se déposent au fond du canal ou sont déposées par dérivation loin du courant d'eau. Par conséquent, le fond est envasé pour réduire la hauteur de la coupe transversale.

Les changements de coupe transversale causent divers types de dégâts par des facteurs tels que la décélération et l'accélération du courant, des changements de volume de débit, l'inondation, le colmatage et le blocage par des structures telles que le distributeur ou la vanne.

- Si une petite levée est construite en tant que canal terrestre, la forme de la coupe transversale peut changer à cause de la hauteur décroissante de la digue due à l'érosion par la pluie, la largeur réduite du fond du canal suite aux dégâts causés par l'eau, et le phénomène de renard (érosion) aux emplacements étroits.

Les effets sont illustrés dans la Fig. 4-3. Le principe de la construction de la pente latérale parallèlement au gradient naturel doit être appliqué pour minimiser ces risques. Il est nécessaire d'entasser des matériaux autant que possible sur le gradient aigu. Les mottes de sol sèches doivent être réduites en petits morceaux avant l'entassement. Le gradient doit être mesuré avec un rapporteur.

Aucun problème technique ne surviendra, même si ce gradient est supérieur à celui du côté de la pente naturelle créée par la construction d'une petite levée. Cependant, dans ce cas, la prévention de l'élargissement du fond de la digue est très improbable. Cela augmente l'ampleur du mouvement du sable, augmente le périmètre humidifié du canal et la surface de terrain requis.

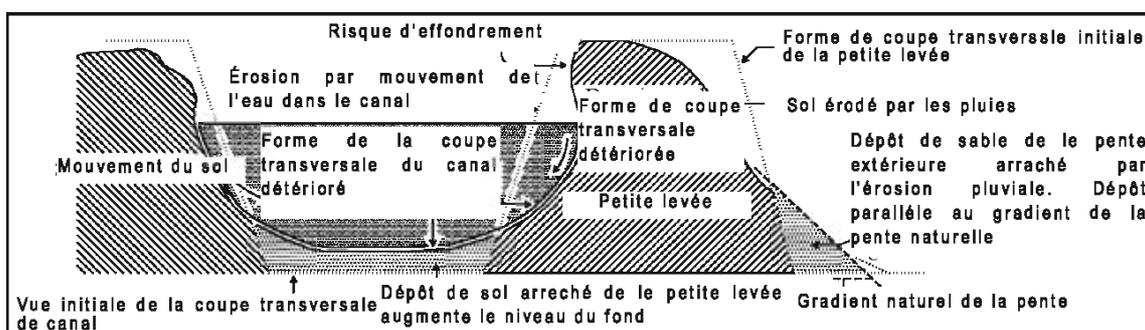


Figure 4-3 Détérioration des parois du canal terrestre
(Source : Hugues Dupriez et Philippe De Leener, 1990)

4.4 Processus de construction du canal

La procédure suivante doit être suivie pour la construction des canaux d'irrigation.

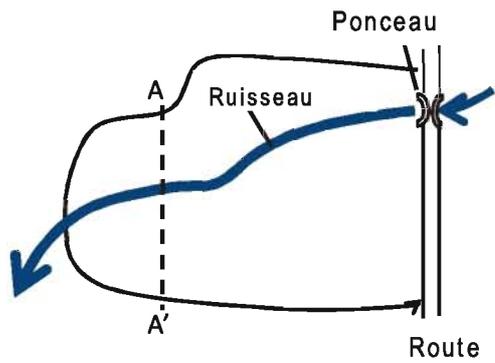
Étape 1 :

- La zone marquée pour la construction doit être chevillée avec des cordes nouées à intervalle de 3 – 10 m selon la disposition. (Figure 4-4)
- Construire le canal en le creusant et aussi en comblant les dépressions le long de ses parois pour lui donner une hauteur uniforme.
- Les zones remplies le long des parois du canal doivent être compactées pour les renforcer.
- Donner au canal une coupe transversale trapézoïdale est recommandé pour réduire l'érosion. (Figure 4-5)
- Construire un barrage en amont et dévier l'eau dans le canal construit.

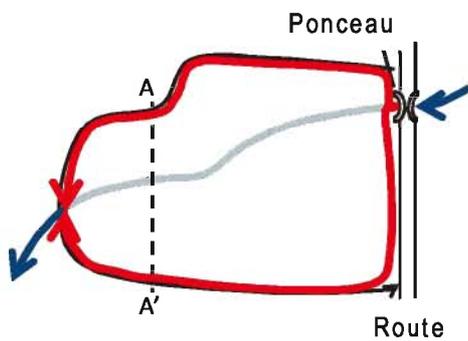
Plan du sol

Coupe transversale

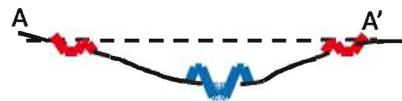
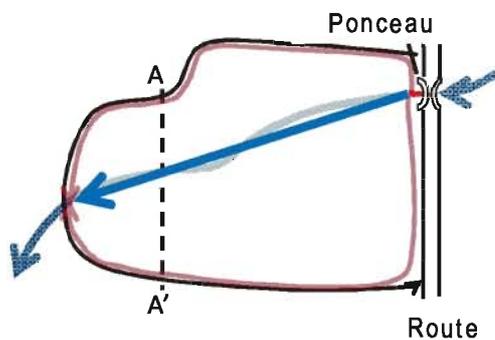
1) Champ prévu



2) Le canal (ligne rouge) est construit le long du contour du champ prévu.



3) Le drainage principal (ligne bleue) est construit pour renforcer le drainage.



Source: Chikako Hirose

Figure 4-4 Concept de la limite des arêtes et construction du canal

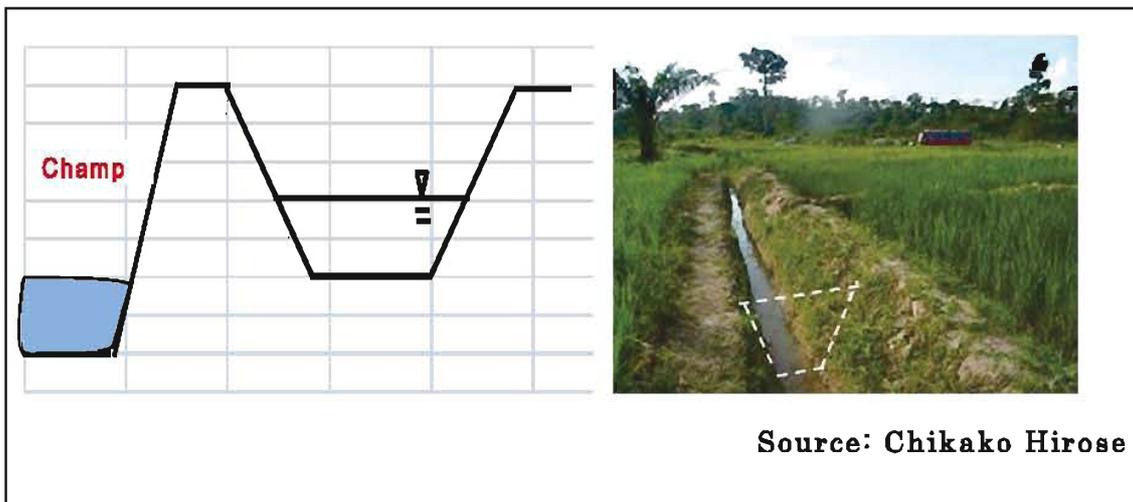


Figure 4-5 Forme trapézoïdale du canal vue de biais

4.5 Matériaux de construction du canal

Généralement, les canaux non linéaires sont construits en terre. Différents matériaux sont utilisés pour réduire les pertes induites par l'infiltration et l'érosion. L'un d'entre eux est la bâche Géomembrane, communément utilisée en Éthiopie (Figure 4-7).

La bâche Géomembrane est un matériau de construction fait en matériaux polymères tels que les plastiques.

Ordinairement, les canaux en terre n'utilisant pas de bâches Géomembrane perdent beaucoup d'eau pendant le transport (Figure 4-6).

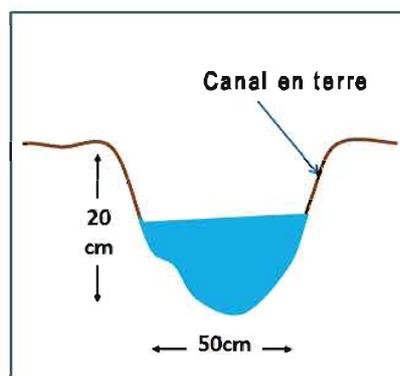


Figure 4-6 Canal en terre (a) et coupe transversale (b)

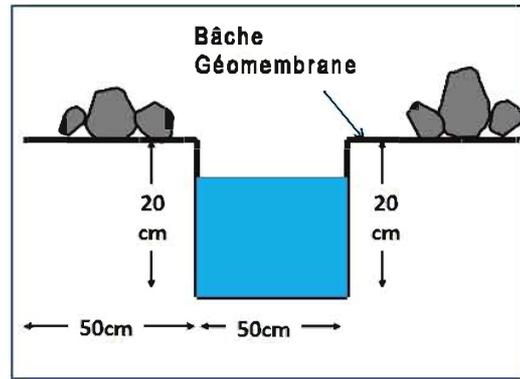


Figure 4-7 Canal recouvert d'une bâche Géomembrane (a) et coupe transversale (b)

4.6 Irrigation de parcelle à parcelle

L'irrigation de parcelle à parcelle envoie l'eau prise du canal dans la parcelle la plus en amont à la parcelle la plus en aval, c'est-à-dire d'une parcelle à l'autre parcelle (Figure 4-8). Ce système d'irrigation est ordinairement appliqué quand toutes les parcelles n'ont pas de prises d'eau à partir du canal. L'irrigation et le drainage de ce système est forcé par le mouvement de l'eau d'une parcelle à l'autre. Néanmoins, ce système a l'avantage d'économiser l'eau et est facile à construire.



Figure 4-8 Irrigation de parcelle à parcelle

4.7 Canal de drainage

Le canal de drainage doit être construit dans la partie la plus basse ou le cours d'eau existant s'il est le plus bas. Améliorer le drainage du champ rend les champs plus exploitables et le fonctionnement du motoculteur plus efficace. Un exemple de drain construit dans le milieu du champ est illustré par la Figure 4-9. La disposition linéaire est recommandée pour améliorer le flux de l'eau drainée des champs.

4.8 Ouvrage d'adduction d'eau

Un ouvrage d'adduction conçu pour prendre de l'eau d'un fleuve dans un canal ou d'un canal vers le champ. Ces ouvrages se composent généralement des structures suivantes :

- Barrage de prise d'eau : est conçu pour relever le niveau de l'eau pour permettre le flux par gravitation. Plusieurs types de matériaux tels que sacs de sable, les pierres, les briques, le béton et le bois sont utilisés pour sa construction. La durabilité de la structure dépend des types de matériaux utilisés.

Un point de prise d'eau est le point de départ d'un canal de dérivation et doit être construit perpendiculairement à la direction du courant naturel à un point où le fleuve s'écoule lentement. Les points de prise d'eau ne doivent pas être construits à des emplacements où l'eau s'écoulant dépose des alluvions. Le volume du débit dans le canal de dérivation doit être ajusté par une structure de contrôle.

- Déversoirs : sont conçus pour maintenir le niveau d'eau souhaité dans le champ. Ils peuvent être ajustables ou fixes. La capacité de déversement détermine le niveau de l'eau. Il est important de

sélectionner correctement l'emplacement du point de prise d'eau et la hauteur du fond du canal. La sélection inappropriée risque de provoquer des inondations importantes.

4.9 Ouvrage de division

Une structure d'adduction d'eau est construite pour distribuer de l'eau à différents champs à partir d'un même point. Des ouvrages de division peuvent être réalisés avec de la terre ou avec des matériaux durs (voir Figure 4-9, page 4-10).

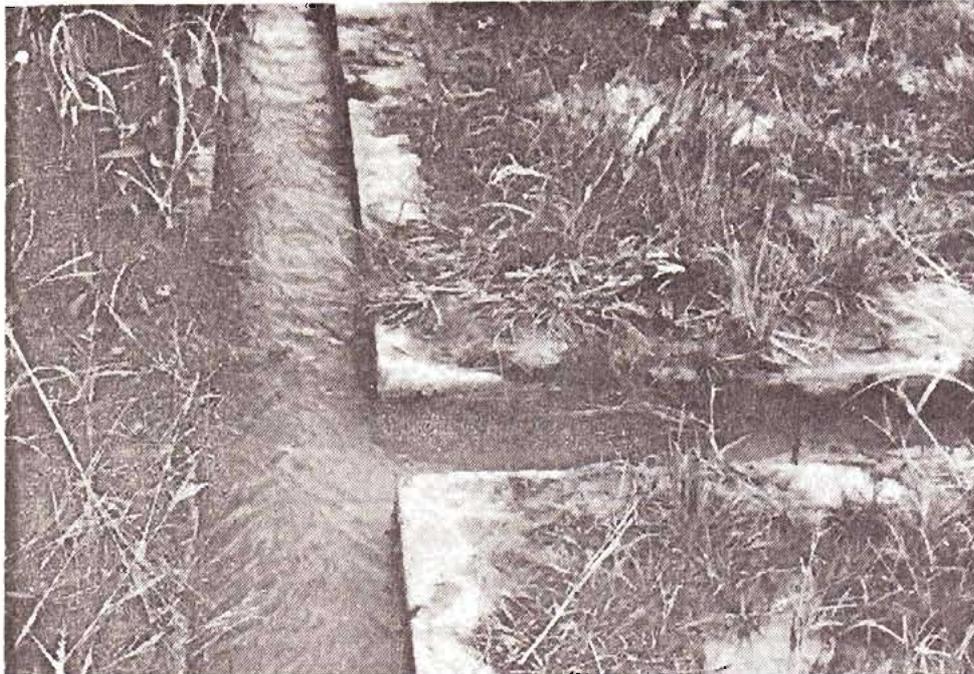


Figure 4-9 Ouvrages de division
(Source : Hugues Dupriez et Philippe De Leener, 1990)

4.10 Bassin

Le bassin de la ferme sert à stocker l'eau d'irrigation qui sera utilisée pendant la période de pénurie d'eau. Il est doté d'un ouvrage d'adduction d'eau et a une capacité de stockage d'eau considérable.

Pour l'irrigation à petite échelle envisagée dans ce manuel, la capacité standard doit être d'environ 30 m³ et la profondeur de 0,5 à 1,5 m.

Pour faciliter la maintenance, les bassins doivent être situés près des terres agricoles.

Du point de vue économique, un bassin doit être situé en amont de la rivière de sorte que l'eau d'irrigation soit transportée au champ par gravitation.



Figure 4-10 Bassin agricole

4.11 Préparation de la terre

4.11.1 Labour

L'objectif du labour est de ramollir et affiner le sol pour améliorer la croissance du riz.

Labourer la terre pour enterrer les adventices. Ainsi, les adventices pourriront après l'inondation. Utiliser une charrue simple (Figure 4-11) si un motoculteur doit être utilisé pour le sol sec et un extirpateur rotatif pour le sol humide.

La dent rotative (Figure 4-12) est utilisable la première année si le sol est assez humide. Si elle est utilisée sur du sol sec, la lame et les dispositifs de transmission de la

puissance seront endommagés, ce qui provoque une panne.

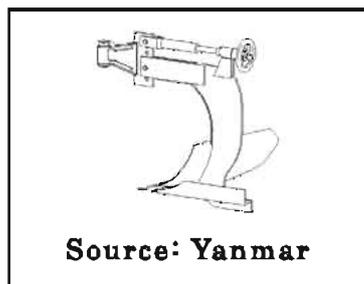


Figure 4-11 Charrue simple



Figure 4-12 Dents rotatives

Si un motoculteur n'est pas disponible, il est recommandé d'effectuer le labour tracté par du bétail, comme c'est le cas en Éthiopie (Figures 4-13 et 4-14).



Figure 4-13 Labour par traction animale



Figure 4-14 Charrue pour traction animale

4.11.2 Construction de digues

Des digues sont construites pour améliorer la gestion de l'eau et des nutriments. Elles doivent être construites en fonction de la topographie des champs et à des intervalles gérables, selon la planéité du terrain. Elles doivent être solides et suffisamment hautes pour retenir suffisamment d'eau lors de l'irrigation (Figure 4-15). Elles doivent être compactées pour éviter les fuites (aident à éviter les pertes d'eau et de nutriments). Une rizière doit être divisée transversalement par des digues (Figure 4-16).



Figure 4-15 Construction d'une digue

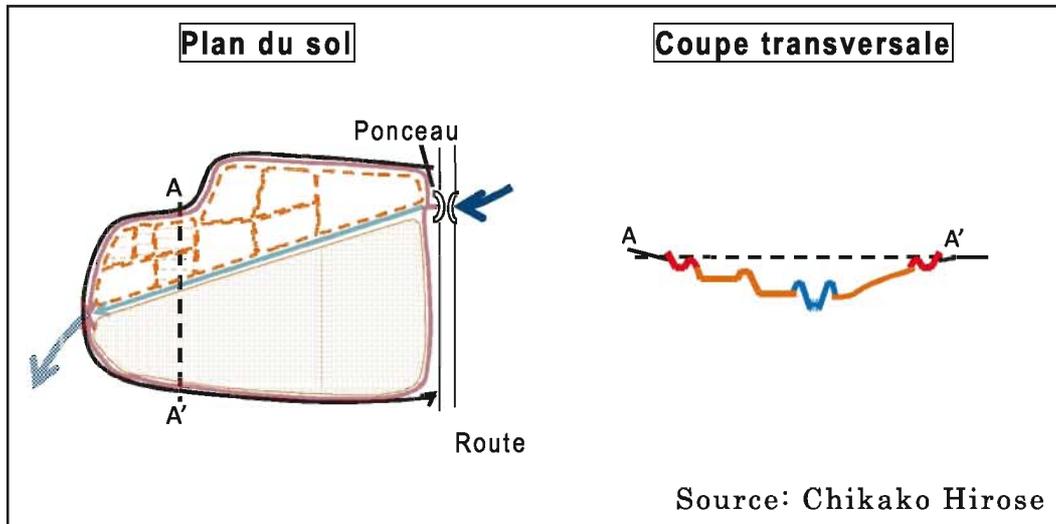


Figure 4-16 Concept de la construction d'une digue

4.11.3 Mise en boue

Le but de la mise en boue est de mélanger méticuleusement, d'adoucir et de rendre le sol pratiquement fin et sans aspérités. Cette technique aide aussi à éliminer les adventices qui ont déjà poussé. La mise en boue peut se faire avec une herse rotative attachée à un motoculteur ou bien manuellement (Figure 4-17).



Figure 4-17 Mise en boue

4.11.4 Nivelage

Le nivelage est exécuté pour améliorer et faciliter la gestion de l'eau, et assurer une distribution uniforme des nutriments. Il peut se faire avec une houe ou une planche de bois tiré(e) par des bœufs (Figure 4-18) ou avec un motoculteur (Figure 4-19). La taille du madrier de bois varie selon le type de sol.



Figure 4-18 Nivelage avec deux bœufs en Éthiopie



Figure 4-19 Nivelage avec un motoculteur au Ghana

4.12 Entretien des ouvrages d'irrigation

Les ouvrages d'irrigation comprennent le barrage de prise d'eau, les canaux (irrigation et drainage), les structures d'adduction d'eau (entrées et sorties), les ouvrages de division, etc. Chaque ouvrage a une fonction spécifique qui doit être entretenue. La taille des structures dépend de la taille du terrain.

Les ouvrages d'irrigation sont sujets à des détériorations dues à l'âge et aux dégâts. La maintenance de tels ouvrages et l'utilisation efficiente de l'eau est importante pour l'agriculture durable. Un programme de maintenance bien conçu correspondant à la taille et à l'utilisation des ouvrages est nécessaire.

4.12.1 Pertes d'eau et leurs causes

Les pertes d'eau sont ordinairement classées en deux catégories : (a) pertes au cours du transport : pertes dans le canal et les ouvrages d'adduction d'eau. De telles pertes incluent l'infiltration via les parois des canaux et les fuites via les fissures dans les canaux. (b) Pertes au champ : pertes après que l'eau a atteint les champs. Ces pertes sont dues à des digues de champs rompues, à l'infiltration via des digues non compactées, la percolation dans les champs.

Les pertes d'eau sont inévitables, mais peuvent être réduites par un compactage correct des digues et autres procédures de maintenance.

4.12.2 Planification de la maintenance des canaux

Une maintenance appropriée est essentielle pour les ouvrages d'irrigation. La planification de la maintenance conformément aux programmes de culture rendra l'irrigation plus efficace.

Les activités de maintenance doivent être exécutées au cours des différentes étapes de la période culturale.

(i) Avant la mise en boue

- Désherber autour des canaux et des drains.
- Éliminer le sable déposé dans les canaux et les drains. Réparer et compacter les canaux et digues qui ont cédé (voir la Figure 4-20).

Note : Rechercher la présence de fissures dans le canal, les digues et les champs.



Figure 4-20 Outil de compactage

(ii) Après la mise en boue

- Réparer les parties des digues endommagées par le motoculteur.

(iii) Après de fortes pluies ou l'inondation

- Vérifier et réparer les ouvrages endommagés
- Vérifier et éliminer tous les matériaux non souhaités. Éliminer toutes les adventices indésirables, par exemple les plantes aquatiques (Figure 4-21) à proximité du canal.

Les trous creusés par les rongeurs, les crabes, etc. doivent être comblés pour renforcer ces digues (Figure 4-22).



Figure 4-21 Plantes aquatiques dans un canal



Figure 4-22 Trou de crabe

4.13 Réparation des ouvrages d'irrigation en panne

4.13.1 Barrière en bois

Elle est utilisée pour renforcer la section des canaux d'irrigation et de drainage qui ont été lessivés par l'eau de ruissellement ou endommagés par les glissements de

terrain (Figure 4-23). Les matériaux et outils (Figure 4-24) requis sont les suivants : planches en bois, chevilles de bois, sacs de sable, cordes, marteau, outil de nivelage. La profondeur du canal doit être inférieure à 1 mètre.

Le tableau suivant donne un exemple des quantités pour un site du projet. (pour 40 m : 2 étapes)

Item	Description	Unité	Qté	Commentaires
Planche	L = 3,0 m, W = 0,25 m, T = 0,03 m	Pièce	28	
Piquet	L = 2,0 m, W = 0,1 m,	Pièce	42	
Travail	Élimination du sol du canal et marquage d'une ligne de référence	Heure	9	
	Mise en place des piquets et planches	Heure	30	

L = Longueur, T = Épaisseur, W = Largeur

Les procédures indiquées sont les suivantes.

a) Enlèvement du sol

- Le sable au fond du canal est enlevé pour mettre en place horizontalement les planches en bois.

b) Règle fixe (pour faire une ligne de référence)

- L'objectif de la ligne de référence est d'indiquer la position où la structure doit être basée.
- Des chevilles sont enfoncées du côté des chevilles temporaires, avec une corde tirée sur les chevilles temporaires.

c) Enfoncement des chevilles

- Les chevilles sont enfoncées pour fixer le sable des côtés du canal et les planches.
- Les chevilles sont enfoncées verticalement avec un marteau en utilisant une corde tirée comme marque (Figure 4-25).
- La pointe des chevilles est préalablement affûtée avec une machette.
- La longueur insérée d'une cheville va de la moitié

aux deux tiers de la longueur totale.

- L'intervalle entre les chevilles est d'environ 1 m (dans le cas de planches de 3 m).
- La tête de la cheville est couverte d'un chiffon pour éviter qu'elle casse, quand la force du marteau est appliquée.

d) Mise en place de la planche

- La planche est placée entre un jalon et le côté du canal.
- La distance entre les planches et le côté du canal doit être aussi réduite que possible.
- La planche est placée horizontalement au fond du canal en utilisant un guide de niveau (voir 4.13.4).
- En cas d'espacement entre les planches et le côté du canal, un ou plusieurs sacs de sable sont placés dans cet espace.



Figure 4-23 Canal endommagé par un glissement de terrain

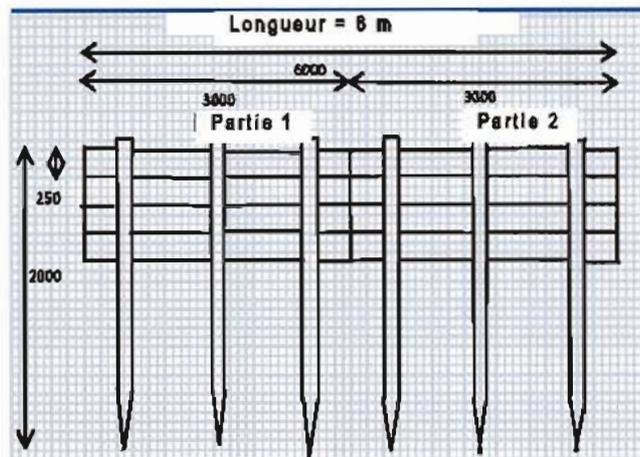


Figure 4-24 Structure d'une barrière en bois



Figure 4-25 Jalonnage pour la barrière en bois

4.13.2 Barrière en bambou

i) Objectif

- Protéger une section d'un canal d'irrigation contre l'érosion.

ii) Portée d'application

- Canal d'irrigation
- Profondeur de l'eau de 0,3 m ou moins
- Non applicable à un emplacement où la pression du sol est exercée de l'arrière

iii) Matériaux et outils requis

- Bambou
- Corde

- Marteau
- Bêche
- Machette ou couteau

iv) Quantité unitaire pour la construction

(pour 10 m, un côté)

Item	Description	Unité	Qté	Commentaires
Bambou	L = 3,0 m, P = 0,07m	pièce	15	
Agriculteur	Couper	heure	3,2	
	Fendre et enfoncer	heure	4,8	

(Source : Chikako Hirose)

v) Méthode

a) Coupe

- Le bambou est coupé avec une scie pour faire un piquet.
- La longueur enfouie du piquet va de la moitié aux deux tiers de la longueur totale.

b) Sectionnement

- Le bambou coupé est fendu en deux avec un marteau et un coutelas.

c) Tailler la pointe du piquet

- La pointe du bambou sectionné est affûtée en forme de V avec un coutelas (Figure 4-27).

d) Enfouissement des piquets

- Les piquets sont enfoués avec un marteau.
- L'espacement entre les piquets en bambou et le côté du canal est aussi étroit que possible (Figure 4-28).
- La tête du piquet doit être recouverte d'un chiffon pour éviter qu'elle casse quand elle est frappée avec un marteau.



Figure 4-26 Canal endommagé par l'érosion due à l'eau



Figure 4-27 Affûtage de la pointe d'un piquet en bambou



Figure 4-28 Barrière en bambou

4.13.3 Barrage (barrage de dérivation à vanne)

i) Objectif

- Canaliser l'eau d'irrigation via une structure d'adduction d'eau par construction d'un barrage sur la rivière.

ii) Conditions pour l'application

- Profondeur de l'eau, 0,6 m ou moins
- Le niveau de l'eau à la source du fleuve monte à cause du barrage.
- Le propriétaire de la zone la plus haute et les utilisateurs en amont doivent se mettre d'accord à l'avance.
- Les agriculteurs et autres bénéficiaires peuvent eux-mêmes effectuer les travaux de maintenance et de réparation, tels que l'opération de la vanne ou le remplacement des anciens sacs de sable endommagés.

iii) Matériaux et outils requis

- Piquets en bois
- Planches de bois
- Sacs de sable
- Bambou
- Corde

- Marteau
- Guide de niveau (Voir 4.13.4)
- Bêche

iv) Quantité unitaire pour la construction

(pour 12 m : barrage de 6 m, barrière latérale en bois de 6 m)

Item	Description	Unité	Qté	Commentaires
Planche	Lo = 3,0 m, La = 0,25 m, t = 0,03 m	pièce	27	
Piquet	Lo = 2,0 m, La = 0,1m,	pièce	38	
Bambou	L = 2,0 m, P = 0,03-0,05m	pièce	3	
Sac de sable		pièce	470	
Travail	Enlever l'ancien barrage endommagé et la terre dans le fond du courant – Placer les sacs de sable.	heure	8,3	

v) Procédure

a) Retirer l'ancienne digue et nettoyer autour du nouveau barrage

- Éliminer l'ancienne digue endommagée et la terre dans le fond du courant.

b) Fixer une règle (pour marquer la ligne de référence)

- L'objectif de la ligne de référence est d'indiquer la position où la structure doit être basée.
- Des piquets sont enfoncés du côté des piquets temporaires, à l'aide d'une corde tirée sur les piquets.

c) Enfoncement des piquets dans le sol

- Les piquets sont enfoncés verticalement avec un marteau en utilisant une corde tirée comme guide.
- La longueur enfoncée d'un piquet va de la moitié aux deux tiers de la longueur totale.
- La pointe des piquets est préalablement affûtée avec une machette.
- L'intervalle entre les piquets est d'environ 1 m pour

les planches de 3 m.

- La tête du piquet est couverte d'un chiffon pour éviter qu'elle casse, par la force du marteau.

d) Fixage de la planche

- La planche est placée entre les piquets.
- La planche est placée horizontalement au fond du courant à l'aide d'un guide de niveau (voir 4.13.4).
- La planche est enfoncée à coups de marteau pour l'implanter dans le sol pour éviter les fuites.

e) Mise en place des sacs de sable

- Les sacs de sable sont placés entre les planches.
- Le côté horizontal du sac de sable est placé perpendiculairement à la direction du courant.
- Les sacs de sable sont enfouis couche par couche et aplatis au marteau pour les fixer dans le sol.

f) Mise en place d'un tablier

- Les sacs de sable sont placés en aval du barrage pour éviter l'érosion du fond par le courant.
- Les sacs de sable sont fixés au sol avec des piquets en bambou.

Les photos 4-29 et 4-30 montrent respectivement un barrage endommagé et un nouveau barrage.



Figure 4-29 Ancien barrage endommagé



Figure 4-30 Nouveau barrage (barrage de dérivation à vanne)

4.13.4 Outils simples de mesure du niveau de l'eau pour la construction

Procédure

Fabrication de l'outil

i) Remplir une bouteille en plastique d'eau environ à moitié.

Placer la bouteille horizontalement.

ii) Marquer le niveau de l'eau sur les deux côtés de la bouteille.

iii) Placer la bouteille en position inverse au même endroit.

iv) Marquer le niveau de l'eau comme indiqué en c) (A2 et B2).

v) Chercher le centre de chaque côté et les marquer par A3 et B3.

vi) Tracer une ligne de A3 à B3 avec un marqueur.

Voir la Figure 4-31 pour la procédure en images.

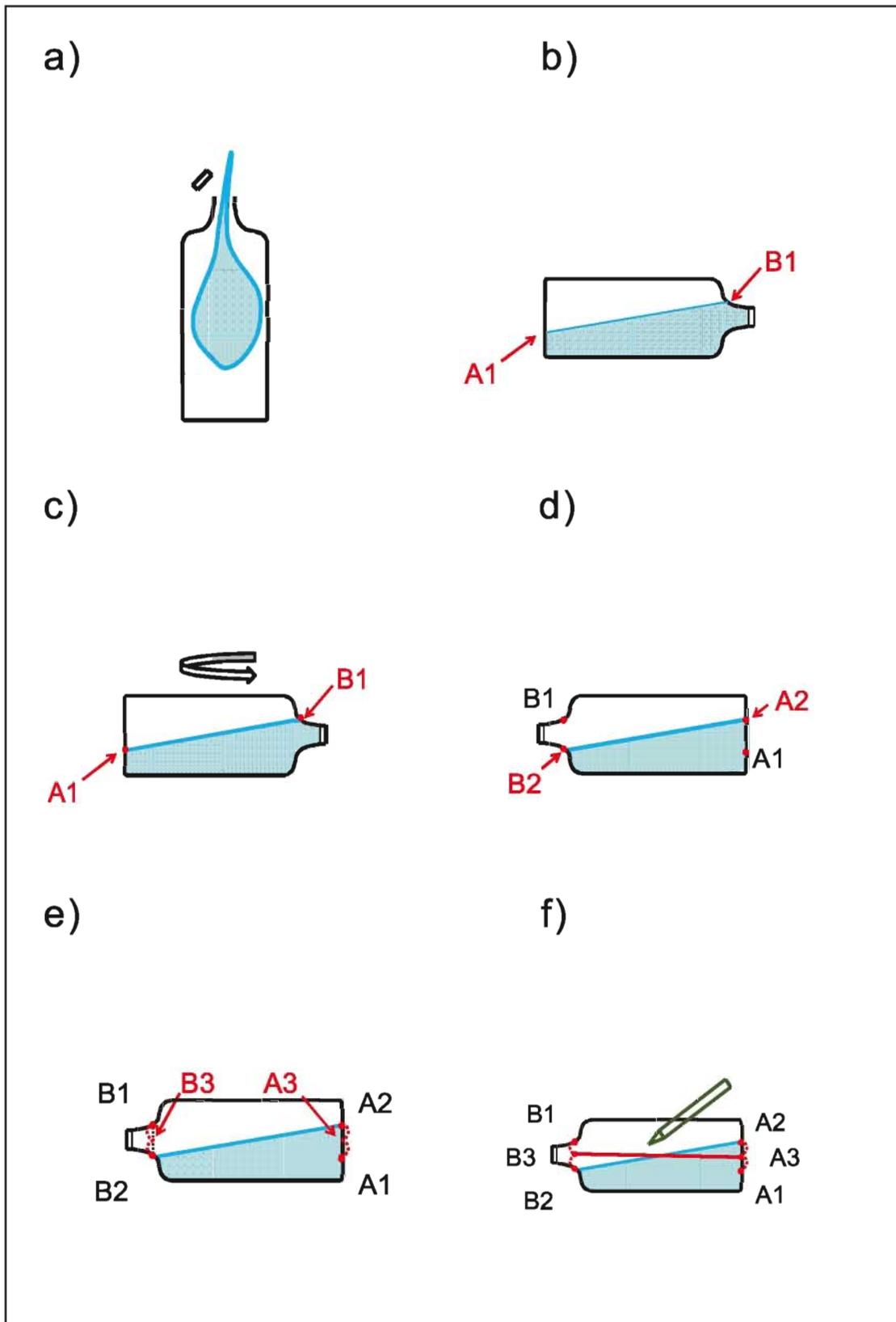


Figure 4-31 Fabrication d'un outil simple de mesure du niveau de l'eau pour la construction

Utilisation de l'outil simple

- Coucher l'outil horizontalement sur la structure (Figure 4-32).
- Comparer le niveau de l'eau dans la bouteille en plastique avec la ligne tracée à l'extérieur.
- Les deux lignes doivent être parallèles pour l'installation d'une structure.



Figure 4-32 Outil de mesure du niveau d'eau simple

5. Culture du riz

5.1 Connaissances de base en riziculture

Les connaissances et l'expérience sont très importantes pour la riziculture. Parfois, les agriculteurs ne prennent pas en compte les suggestions des agents de vulgarisation parce qu'ils ne les considèrent pas sérieusement. Les agents de vulgarisation doivent enseigner aux agriculteurs les méthodes théoriques de riziculture. Ils doivent leur expliquer les raisons de ces activités. Par exemple, les agriculteurs doivent comprendre pourquoi ils doivent appliquer des engrais à temps opportun ou pourquoi ils doivent maîtriser l'eau correctement en fonction du stade de croissance du riz. Les agents de vulgarisation doivent comprendre précisément le mécanisme de la riziculture pour donner aux agriculteurs des explications plus détaillées sur la théorie.

5.1.1 Principaux facteurs de la croissance du riz

Les plantes poussent en utilisant la lumière du soleil, l'eau et le sol (nutriment). Les plantes transforment le carbone du CO₂ présent dans l'air en glucides en utilisant l'énergie solaire, et ce processus est appelé photosynthèse (Figure 5-1).

Les principaux facteurs sont le CO₂, l'énergie solaire, l'eau et les nutriments pour la riziculture. Le riz doit être cultivé en gardant toujours à l'esprit les facteurs ci-dessus. Par exemple, il faut cultiver le riz en se demandant toujours comment l'énergie solaire peut atteindre toutes les feuilles ou comment le CO₂ peut être totalement absorbé par la plante.

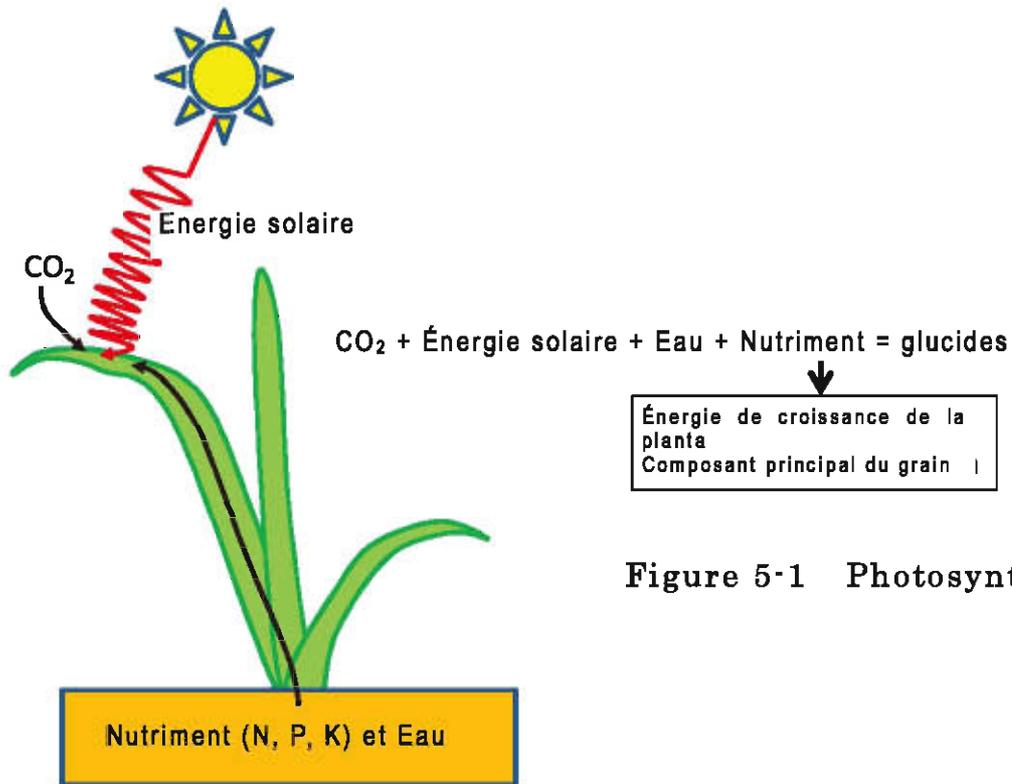


Figure 5-1 Photosynthèse

5.1.2 Lumière solaire

L'énergie de la lumière solaire influe sur le rendement du riz. La lumière solaire ne peut pas être contrôlée directement, mais peut être utilisée efficacement.

(i) Comment utiliser efficacement la lumière solaire

Il faut observer le riz en tant qu'une plante ayant une structure de couvert végétal, non pas comme une plante individuelle.

(ii) Gestion de la structure du couvert végétal des plants de riz

Quand le riz est planté à forte densité ou que de trop importantes quantités d'engrais sont appliquées, les feuilles supérieures empêchent la pénétration de la lumière solaire dans tout le plant de riz (Figure 5-2). Ainsi, la lumière solaire n'atteint que les feuilles supérieures et la plupart des feuilles ne peuvent pas l'absorber, ce qui se traduit par une production moindre de glucides pour la photosynthèse.

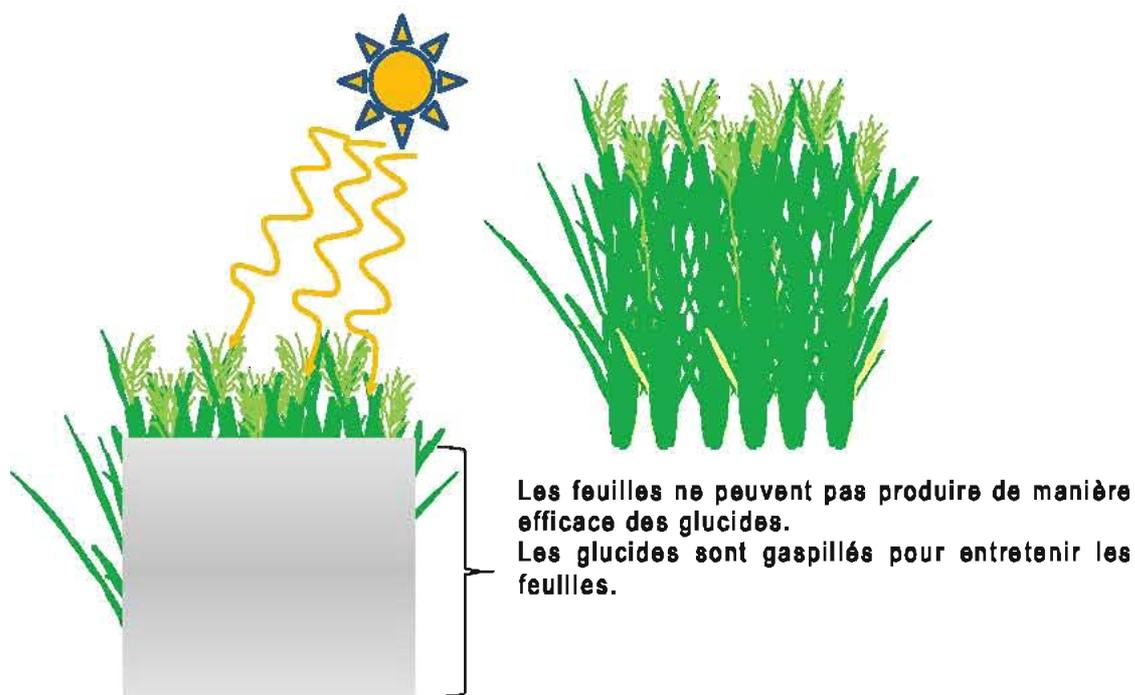


Figure 5-2 Structure du couvert végétal à haute densité

Quand le riz est planté à la densité appropriée et que la quantité adéquate d'engrais est appliquée, la lumière solaire atteint la plupart des feuilles (Figure 5-3). La production de glucides augmente du fait de l'activité photosynthétique accrue.

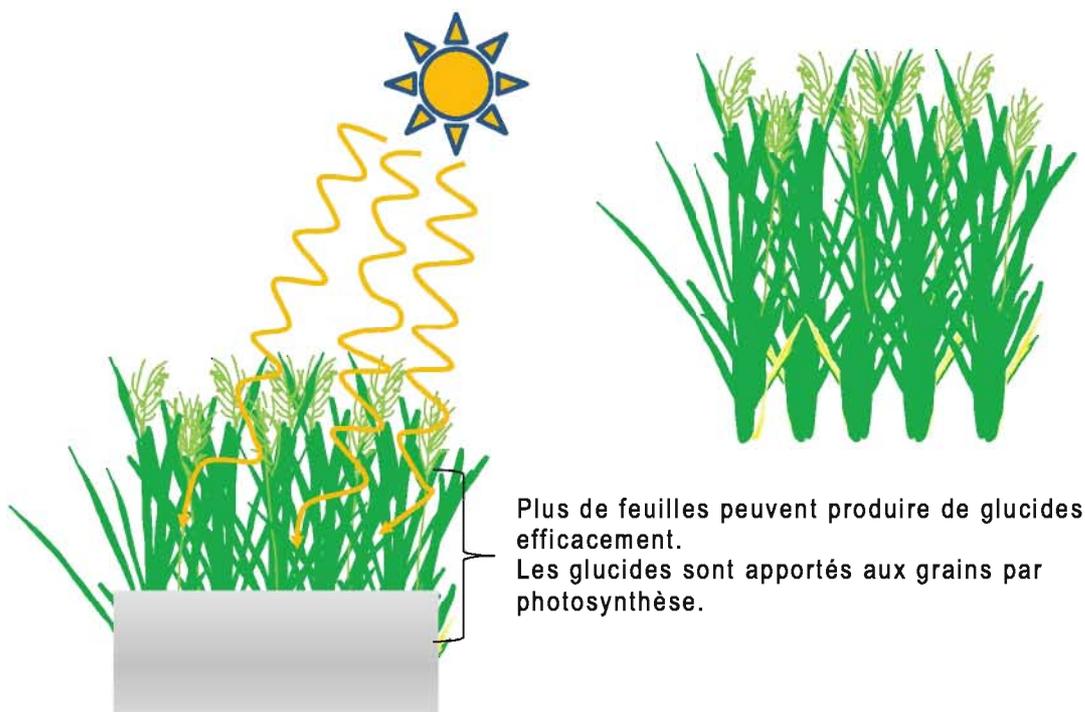


Figure 5-3 Structure du couvert végétal à densité adéquate

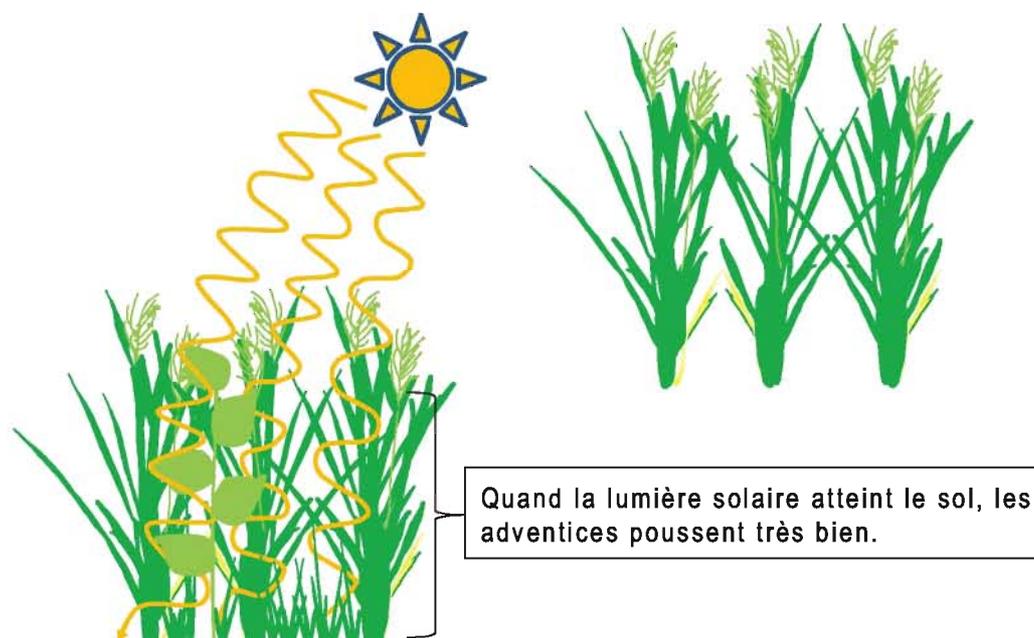


Figure 5-4 Structure du couvert végétal à faible densité

Quand le riz est planté à faible densité ou que sa croissance est mauvaise, la lumière solaire peut atteindre le sol (Figure 5-4).

Les adventices peuvent alors bien pousser, et il est difficile de les contrôler.

(iii) Adaptation de la riziculture aux changements saisonniers de la lumière solaire

La quantité de lumière solaire diffère pendant la saison des pluies et la saison sèche. Pendant la saison des pluies, la lumière solaire est un des facteurs générateurs de rendement. Aussi, on ne peut pas espérer que le rendement pendant la saison des pluies soit le même que pendant la saison sèche en appliquant la même quantité d'engrais (Figure 5-5). La quantité d'engrais doit être réduite pendant la saison des pluies.

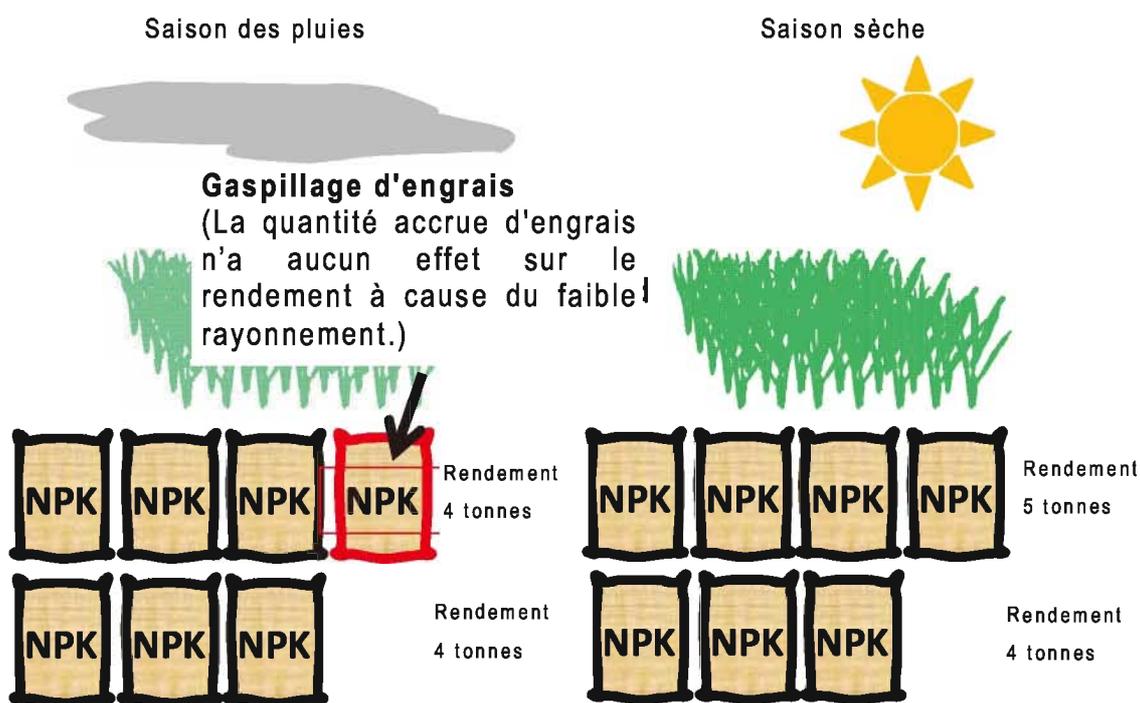


Figure 5-5 Différence de l'effet de l'engrais pendant les saisons humide et sèche

5.1.3 Eau

L'eau et la fertilité du sol sont les facteurs les plus importants pour l'augmentation du rendement. Un des objectifs du défrichage est de maîtriser l'eau. La plupart des agriculteurs maîtrisent peu l'eau, ce qui réduit l'efficacité du défrichage.

(i) Pourquoi est-il nécessaire de maîtriser l'eau pour accroître le rendement en riziculture ?

Dans la région Ashanti, la culture du riz est possible principalement avec les eaux pluviales pendant la saison des pluies. Cependant, la maîtrise de l'eau est nécessaire pour augmenter le rendement rizicole (plus de 4 tonnes par ha).

(ii) Le riz a besoin d'eau pour survivre.

L'eau joue un rôle important dans l'activité métabolique chez le riz.

(a) C'est un composant vital du protoplasme.

(b) C'est un réactant ou réactif dans les réactions chimiques.

(c) C'est un solvant pour les solutés organiques et inorganiques, les gaz, et facilite leur transport dans la plante.

(d) Il donne à la plante une force mécanique en augmentant sa dilatation.

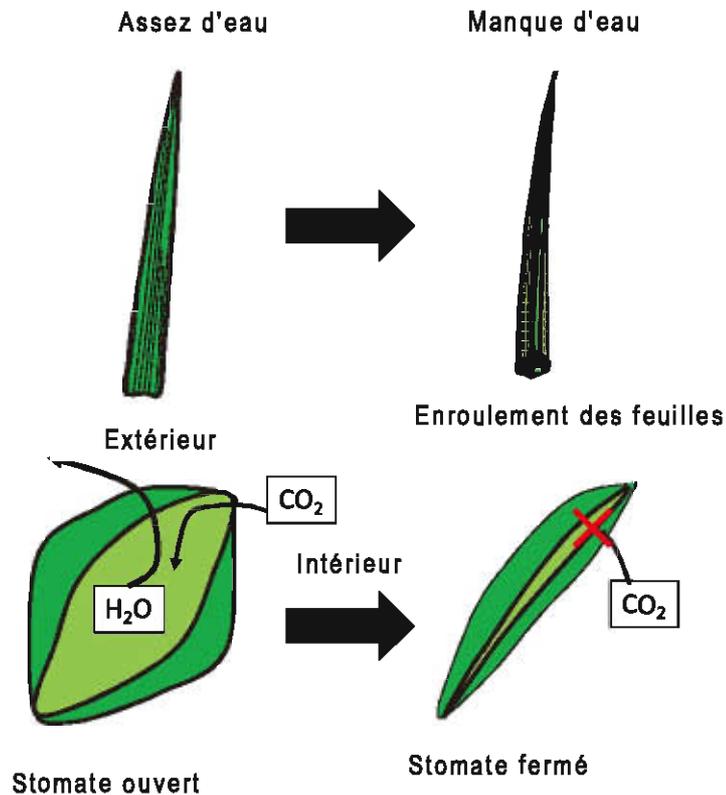


Figure 5-6 La fermeture du stomate empêche l'absorption de CO₂

(iii) La sécheresse provoque une baisse importante du rendement.

Effets de la sécheresse :

(a) Enroulement des feuilles

Quand on observe un enroulement des feuilles, le riz souffre de la sécheresse. Quand le riz souffre de la sécheresse, le stomate se ferme pour éviter la perte d'eau de la feuille (Figure 5-6). Quand le stomate est fermé, le riz ne peut pas absorber de CO₂, ce qui cause une baisse de l'activité photosynthétique. Quand le riz souffre de la sécheresse, il peut encore survivre, mais ne peut plus produire suffisamment de glucides pour le grain.

(iv) Maîtrise de l'eau

Pendant la saison des pluies, le riz pluvial peut pousser. Néanmoins, on ne peut pas espérer un rendement durable de plus de 4 tonnes à l'ha sans maîtrise de l'eau, car la demande en eau est différente à chaque stade de croissance du riz. De plus, une maîtrise adéquate de l'eau augmente l'efficacité de la lutte contre les adventices.

La plupart des agriculteurs irriguent leurs champs quand la surface du sol est sèche. Cependant, ils ignorent ce qu'est la maîtrise de l'eau. Ils ne ferment pas la digue pour maintenir l'eau dans le champ quand ils irriguent le champ, car ils sont habitués à irriguer les plateaux (Figure 5-7). La gestion de l'eau signifie maintenir une lame d'eau à la profondeur d'eau souhaitée selon le stade de croissance du riz. Ils devraient connaître la différence entre l'irrigation des plateaux et des bas-fonds.

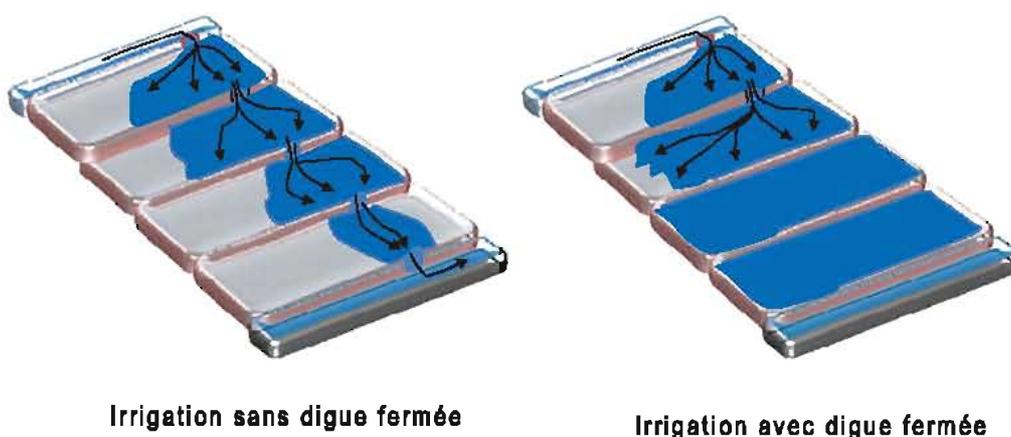


Figure 5-7 Irrigation des rizières

La plupart des agriculteurs ne ferment pas leurs digues lorsqu'ils irriguent (à gauche), ce qui ne permet pas d'irriguer tout le champ.

5.1.4 Sol

Le sol est très important car la plupart des nutriments pour la production rizicole proviennent du sol. Le riz absorbe environ 60 % de l'azote dans le sol, non de l'engrais. De plus, le taux de recouvrement moyen pour les N, P et K appliqués est estimé à seulement 30 % pour N et K, et 20 % pour P. Le taux de recouvrement est le pourcentage de l'engrais absorbé par la plante. D'autre part, le taux de recouvrement dépend des caractéristiques du sol.

(i) Type de rizière

La Figure 5-8 montre le type de rizière en Afrique de l'Ouest.

- (a) Rizière bien drainée : l'horizon de Gley ne peut pas être détecté jusqu'à 80 cm de profondeur. Ce type de champ est fréquemment observé dans les zones de bas-fonds ayant de l'eau seulement pendant la saison des pluies.
- (b) Rizière moyennement drainée : l'horizon de Gley ne peut pas être détecté jusqu'à 30 à 80 cm de profondeur. Ce type de champ se trouve dans les zones de bas-fonds ayant de l'eau toute l'année.
- (c) Rizière faiblement drainée : l'horizon de Gley peut être détecté à moins de 30 cm de profondeur. Le calcin ne peut parfois pas être détecté. Ce type de champ est fréquemment observé dans les zones de bas-fonds ayant de l'eau toute l'année. En général, les travaux et l'opération du motoculteur sont difficiles.

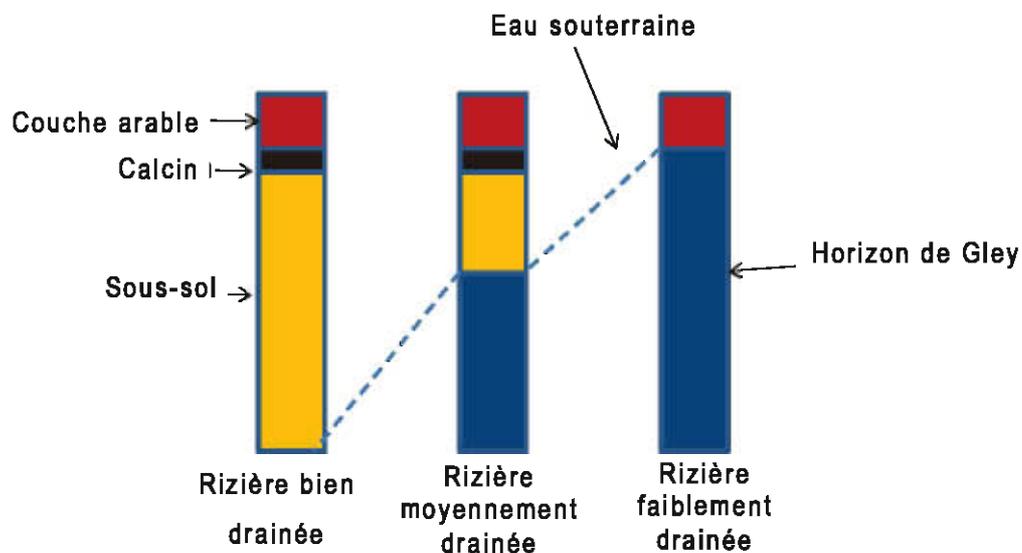


Figure 5-8 Types de rizière

(iii) Caractéristiques du sol de rizière pour la riziculture

Profondeur de la couche arable

Une profondeur de couche arable de 10 à 15 cm est souhaitable. Quand la profondeur de la couche arable (de la surface au calcin) est supérieure à 40 cm, le motoculteur est inutilisable, parce qu'il s'enfonce dans le sol et finalement tombe en panne.

(a) Viscosité de la couche arable

Quand la couche arable est très collante, le riz peut bien pousser. Mais le motoculteur est difficile à faire fonctionner.

(b) Perte totale d'eau

La perte totale d'eau est exprimée par le taux de besoin d'eau. La perte totale d'eau peut être estimée en mesurant la différence de profondeur d'eau pendant 24 heures. En général, le meilleur taux de besoin d'eau est de 30 mm par jour. S'il est en-dessous de 10 mm par jour, la réductibilité du sol est très élevée, et endommage les racines. S'il est au-dessus de 100 mm par jour, les nutriments dans le sol sont emportés.

(iv) Effets d'un mauvais drainage

Si l'horizon de Gley peut être détecté à moins de 30 cm de profondeur, les racines seront endommagées par un manque d'oxygène ou d'acide organique.

(v) Caractéristiques de la texture du sol pour la riziculture

Les caractéristiques du sol affectent la perte totale d'eau, l'efficacité des engrais, et les conditions de travail. Le Tableau 5-1 montre les caractéristiques de chaque texture du sol.

Tableau 5-1 Caractéristiques de chaque sol

Caractéristiques	Argile	Limon	Limon sablonneux	Sableux	Graveleux
Viscosité	Collant	Un peu collant	Pas collant	Pas collant	Pas collant
Drainage	Lent	Moyen	Rapide	Rapide	Rapide
Capacité de rétention d'eau	Élevée	Moyenne	Faible	Faible	Faible
Capacité de rétention des nutriments	Élevée	Moyenne	Faible	Faible	Faible
Teneur en matières organiques	Élevée	Moyenne	Faible	Faible	Nulle
Labour du sol humide	Difficile	Moyen	Facile	Facile	Impossible
Érosion due au ruissellement	Faible	Élevée	Basse (élevée pour le sable fin)	Basse (élevée pour le sable fin)	Basse
Érosion du vent	Faible	Élevée	Faible (élevée pour le sable fin)	Faible (élevée pour le sable fin)	Faible

(vi) Fertilité du sol

Le degré de fertilité du sol affecte directement la production rizicole. Aussi, le degré de fertilité du sol sur le site devrait-il être compris. La fertilité du sol sur le site peut être analysée en détail dans un laboratoire, mais il est difficile de faire l'analyse sur chaque site. Il faut estimer la fertilité du sol d'après sa couleur, sa texture, et les informations concernant l'état de culture du riz de la saison précédente. La couleur du sol est déterminée par les matières organiques et le fer.

(a) Noir (Figure 5-9)

Beaucoup de matières organiques ne sont pas décomposées, à cause de conditions d'anaérobies. Le sulfure peut endommager les racines. Aussi, le

drainage est-il nécessaire. Après le drainage, les matières organiques sont décomposées en conditions d'aérobies, ce qui induit une fertilité élevée du sol.

- (b) Rouge ou jaune (Figure 5-10)
Le sol est oxydé, mais les matières organiques sont très limitées.
- (c) Blanc ou gris (Figure 5-11)
Ce sol contient peu de nutriments.
- (d) Bleu verdâtre (Figure 5-12)
Le sol est réduit à cause de conditions d'anaérobies, et est devenu très acide.
- (e) Brun noirâtre (Figure 5-13)
Cette couleur est la meilleure pour le riz, parce que le sol contient beaucoup de matières organiques.



Figure 5-9
Sol noir



Figure 5-10
Sol rouge



Figure 5-11
Sol blanc



Figure 5-12
Sol bleu verdâtre



Figure 5-13
Sol brun noirâtre.

(vii) Fertilité du sol dans les bas-fonds du Ghana
Le Tableau 5-2 montre les résultats de l'analyse des sols au Ghana, Afrique de l'Ouest, et en Asie.

Tableau 5-2 Fertilité des sols

Paramètre	Vallée Apamu	Ashanti	Bas-fonds Ikrè	Bas-fonds Savane	Bas-fonds	Rizières
	(Ashanti)	(Ashanti)	(Ghana)	(Ghana)	(Afrique de l'Ouest)	(Asie)
pH (eau)	5,3	5,5	5,7	4,5	5,3	6
Carbone org. (%)	0,55	1,43	1,2	0,61	1,23	1,41
Azote total (%)	0,05	0,11	0,11	0,055	0,108	0,13
Matières organiques (%)	1,7	2,46	2,06	1,05	2,11	2,42
Phosphore disponible (mg kg ⁻¹)	5	5,9	4,9	1,5	8,4	17,6
K échangeable (cmol (+) kg ⁻¹)	0,2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4
Ca échangeable (cmol (+) kg ⁻¹)	1,9	3,5	7,5	2,1	2,8	10,4
Mg échangeable (cmol (+) kg ⁻¹)	1	1,1	4,1	1	1,3	5,5
Na échangeable (cmol (+) kg ⁻¹)	0,9	0,4	0,3	0,1	0,3	1,5
AC échangeable (cmol (+) kg ⁻¹)	0,9	1	0,3	1	0,9	
Capacité efficace d'échange cationique (EEEC) (cmol (+) kg ⁻¹)	4,3	6,4	12,7	4,4	5,8	17,8
Argile (%)	10	6	8	7	23	38

(vii) Explication de chaque paramètre

(a) pH : Le pH adapté est de 5,5 à 6,5 pour le riz. En général, le pH du sol des bas-fonds est faible.

(b) C organique : le carbone organique dans le sol influence beaucoup de propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Certaines de ces propriétés influencées par les matières organiques incluent la structure du sol, la capacité de rétention d'eau, la contribution en nutriments, l'activité biologique, le taux d'infiltration de l'eau et de l'air, et l'activité des pesticides.

(c) N total : N total indique la quantité d'azote fournie par le sol. Quand la valeur est supérieure à 0,2 %, le sol contient beaucoup d'azote. Quand la valeur est inférieure à 0,1 %, le sol contient peu d'azote.

(d) Matières organiques : si la quantité de matière organique est élevée, la valeur de CEC (capacité d'échange cationique) est élevée.

(e) P disponible : quantité de phosphore qui peut être absorbée par la plante.

(f) CEC (capacité d'échange cationique) : le sol comprend beaucoup de composants. Un pourcentage important de la plupart des sols est l'argile. Un faible pourcentage de matières organiques dans la plupart des sols est aussi important pour plusieurs raisons. Ces deux fractions de sol ont un grand nombre de charges négatives (-) à leur surface, ainsi elles attirent les éléments cationiques (+) et contribuent à un CEC plus élevée. Parallèlement, elles repoussent les anions (nutriments) (comme des charges).

La fertilité du sol peut être estimée par la valeur du CEC (capacité d'échange cationique). Si la valeur du CEC est au-dessous de 10 cmolkg^{-1} , la fertilité du sol est très faible (Figure 5-14). Certains éléments importants à charge électrique positive dans leur forme disponible pour les plantes incluent le potassium (K^+), l'ammonium (NH_4^+), le magnésium (Mg^{++}), le calcium (Ca^{++}), le zinc (Zn^+), le manganèse (Mn^{++}), le fer (Fe^{++}), le cuivre (Cu^+) et l'hydrogène (H^+). Bien que l'hydrogène ne soit pas un nutriment, il affecte le degré d'acidité (pH) du sol, ce qui le rend important. Certains autres nutriments ont une charge électrique négative dans leur forme disponible pour les plantes. Ils sont appelés anions, et incluent le nitrate (NO_3^-), le phosphate (H_2PO_4^- et HPO_4^{--}), le sulfate (SO_4^-), le borate (BO_3^-) et le molybdate (MoO_4^{--}). Les phosphates sont uniques parmi les anions chargés négativement car ils ne sont pas mobiles dans le sol. Cela est dû au fait qu'ils sont hautement réactifs, et que pratiquement tous se combinent avec d'autres éléments ou composés dans le sol, autres que l'argile et les matières organiques. Les composants résultants ne sont pas solubles, aussi ils se précipitent en dehors de la solution du sol. Dans cet état, ils ne sont pas disponibles pour les plantes, et forment une réserve de phosphore dans le

sol. En général, la valeur du CEC en Afrique de l'Ouest est inférieure à celle en Asie, à cause de la teneur plus basse en argile (Tableau 5-2). Le sol doit être amélioré par application de matières organiques pour la production rizicole élevée durable.

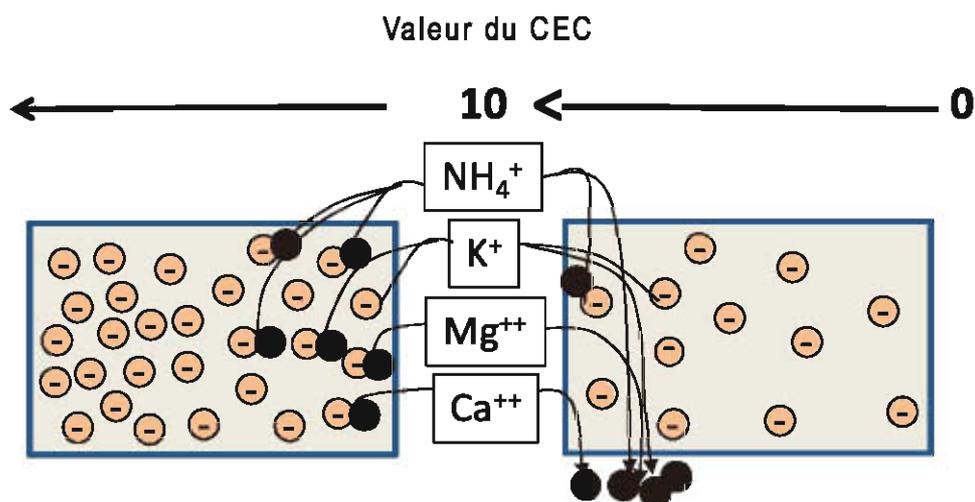


Figure 5-14 Effet du CEC sur la fertilité du sol

(Référence (5). Spectrum Analytic Inc.)

(ix) Comment le riz pousse

Le développement physiologique du riz doit être compris parce que la maîtrise de l'eau et le moment d'application de l'engrais doivent tenir compte de l'état physiologique du riz pour une riziculture performante.

Le riz a trois stades de développement (Figure 5-15), qui sont :

Le stade végétatif, qui va de la germination à l'initiation paniculaire.

Le stade reproductif, qui va de l'initiation paniculaire à la floraison.

Le stade de maturation, qui va de la floraison à la pleine maturité.

(a) Stade végétatif (germination de la semence, émergence et croissance des plantules, récupération des dégâts causés par le repiquage, et le tallage)

Le stade végétatif est destiné à augmenter les talles. Le nombre de talles est défini à ce stade.

(b) **Stade reproductif** (initiation paniculaire, différenciation de la panicule, méiose, floraison)

Le stade reproductif est marqué par l'initiation d'une panicule. Les panicules se développent pendant ce stade. Le nombre de grains est défini à ce stade. Le taux de maturité du grain est décidé au stade de maturation. Le riz est plus sensible à l'environnement à ce stade que pendant les autres, et donc une grande vigilance est nécessaire à ce stade.

(c) **Stade de maturation** (stade des grains laitieux, stade des grains mûrs)

Le taux de maturité des grains et la qualité des grains sont déterminés à ce stade.

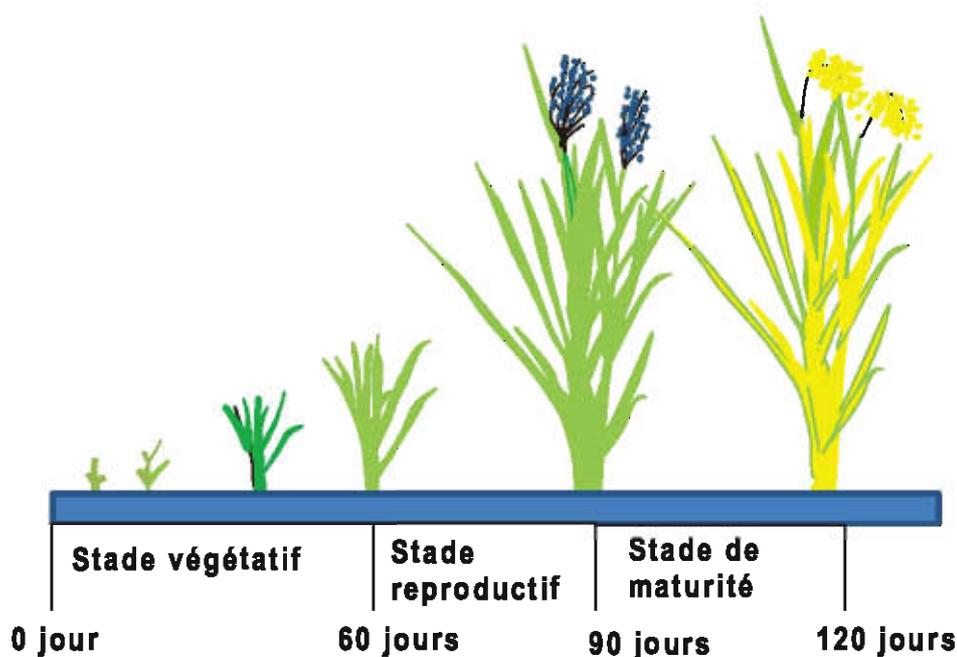


Figure 5-15 Diagramme des stades de croissance de la variété de 120 jours

5.2 Calendrier culturel

Il est important pour une riziculture efficiente de comprendre les différents stades de développement du riz et l'environnement naturel (précipitations et niveau

d'eau du cours d'eau). Les agents de vulgarisation doivent comprendre le bon moment pour le semis, le repiquage et l'application d'engrais, et en discuter avec les agriculteurs. Les agriculteurs et les agents de vulgarisation doivent planifier les activités.

5.2.1 Programme des activités pour la culture du riz

Le Tableau 5-3 donne une estimation des jours requis pour les activités (1 ha) de semis du riz avec une période de croissance d'environ 120 jours (sikamo et jasmine).

Le tableau 5-4 indique le programme pour la riziculture. Il faudra environ 150 jours depuis la préparation de la terre à la fin des activités post-récolte.

Tableau 5-3 Estimation du nombre de jours requis pour les activités pour 1 ha

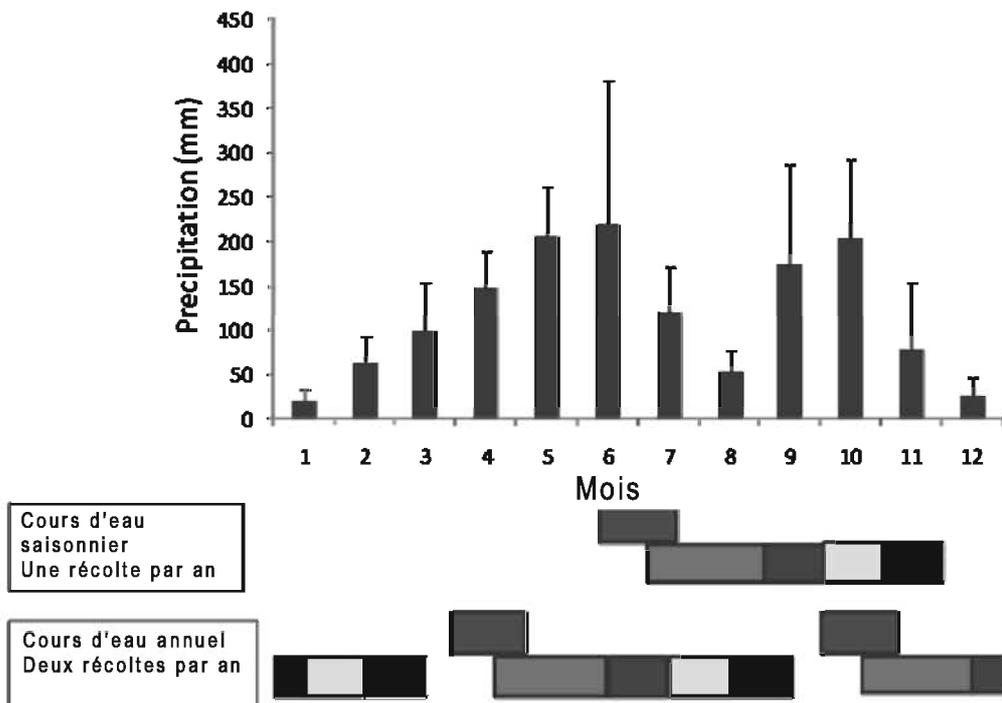
	Activités	Jours/ha
	Application d'herbicide	1
Défrichage	Période d'attente pour la mort des mauvaises herbes	7
	Coupe	3
Maintenance du barrage		2
Maintenance du canal		3
Maintenance de la digue		3
Maintenance du bassin		2
Labour	Opération du motoculteur	3
	Séchage du sol	3
Mise en boue	Opération du motoculteur	3
	Opération du motoculteur	3
Nivellement	Inondation du champ	3
	Pré-germination	3
Pépinière	Création d'une pépinière	1
	Semis	1
Transplantation	Drainage du champ	1
	Transplantation	4
Application d'herbicide		3
Élimination manuelle des mauvaises herbes		4
Application d'engrais	1ère application	4
	2e application	3
Chasse aux oiseaux pillards		30
Récolte		10
Battage et vannage		10
Séchage		3

Tableau 5-4 Programme

	Semaines et jours	Maîtrise de l'eau	Activités
Préparation de la terre	-S3 -21		Application d'herbicide non sélectif
	-S2 -14		Coupe, réparation du barrage, du canal, de la digue et du bassin
	-S1 -7		
	0 0		Labour, pré-germination des semences, préparation des plates-bandes
Stade végétative	0 0	Séchage du sol pendant 3 jours	Séchage du sol, semis
	S1 7	Irrigation (5 cm à 10 cm)	Mise en boue, et planage
	S2 14		Inondation d'au moins 3 jours
	S2 14	Drainage (Repiquage)	Repiquage
	S3 21	Irrigation (2 cm)	
	S3 21	Drainage (herbicide et engrais)	Application sélective d'herbicide et 1 ^{er} désherbage
	S4 28	Irrigation (2 cm)	Application d'engrais (N, P, K) et de fongicide et d'insecticide, et 2 ^e désherbage manuel
	S5 35		
	S6 42		
	S7 49		
	S8 56		
	Stade reproductif	S9 63	Irrigation (5 cm à 10 cm)
S10 70			Application d'engrais
S11 77			
S12 84			
S13 91			Application de fongicide
Stade de maturation	S14 98	Irrigation (1 cm)	Chasse aux oiseaux
	S15 105		
	S16 112	Drainage (récolte)	
	S17 119		Récolte
Postharvest	PH1 126		
	PH2 133		Battage et vannage
	PH3 140		Séchage

5.2.2 Calendrier culturel dans le cas de la région Ashanti (Ghana)

La Figure 5-16 indique les précipitations moyennes dans le district d'Atwima Nwabiagya de la région Ashanti de 2004 à 2009, et le bon moment pour la riziculture. Les 4 éléments principaux à considérer sont : l'eau pour le nivelage, l'eau pour le stade reproductif du riz, suffisamment de rayonnement solaire pendant les stades reproductifs et de maturation, et la période sèche pendant les activités post-récolte. Toutefois, la disponibilité de l'eau est la première priorité, la période sèche pendant la période post-récolte la seconde, et le rayonnement solaire pendant les stades reproductifs et de maturation la troisième.



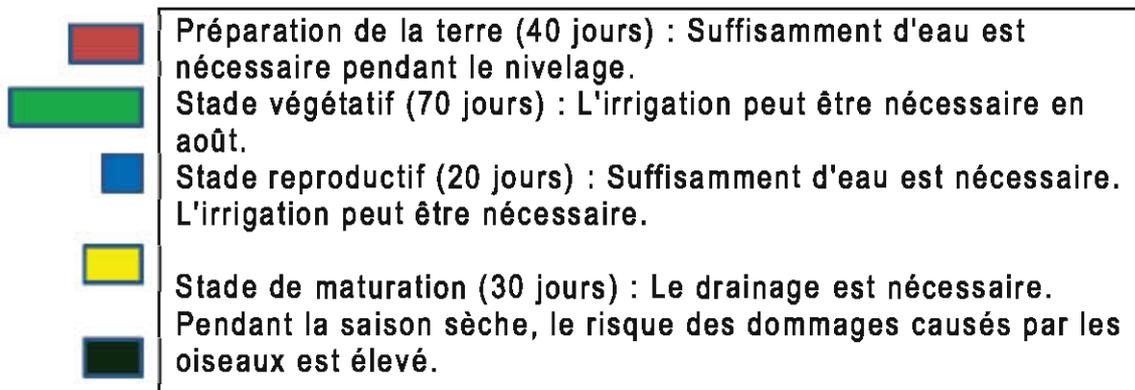


Figure 5-16 Précipitations et calendrier cultural

(Note de bas de page)

Il n'est pas recommandé de pratiquer la riziculture avec des plants qui ont différents stades de croissance dans un champ. Parfois, on peut voir du riz à maturation dans un champ situé juste à côté d'un champ où des plantules ont été repiquées. Dans de tels champs, la maîtrise de l'eau en fonction des stades de croissance du riz est impossible. En cas de maladie, il y a également un risque que les plants plus vieux contaminent les plantules.

5.3 Préparation de la rizière

La préparation de la terre inclut le défrichage, l'entretien des canaux, des digues, des barrages et des bassins, le labour, la mise en boue et le nivelage.

5.3.1 Défrichage

Des adventices poussent vigoureusement dans les régions tropicales, rendant les canaux et les digues difficiles à identifier seulement un mois après la récolte.

(i) Objectif

Le but du défrichage des champs est le suivant.

- (a) Éliminer les adventices pour le labour
- (b) Détruire et brûler les adventices et les plants de riz restants de la saison précédente pour éviter le transfert de maladies des adventices au riz.
- (c) Éliminer les adventices pour vérifier les parties des ouvrages endommagées (digue, canal et barrage).

(ii) Procédure

- (a) Appliquer un herbicide non sélectif (glyphosate, 5 L par l'ha).
- (b) Les adventices meurent sept jours après l'application de l'herbicide.
- (c) Couper, rassembler les adventices et les brûler. Cela pour éviter l'infection d'une maladie.

5.3.2 Labour

Après l'entretien du canal, du barrage, de la digue et du bassin, le labour peut commencer.

(i) Objectifs

- (a) Faciliter le repiquage.
- (b) Détruire les adventices.

(c) Augmenter la porosité et l'aération du sol pour favoriser la décomposition des matières organiques.

(ii) Procédure

(a) Le sol doit être humide.

(b) Labourer pour retourner le sol.

La profondeur du labour doit être d'environ 15 cm. Lors de l'emploi d'un motoculteur, il est recommandé d'utiliser une charrue à versoir simple (Figure 5-17).

(c) Dans l'idéal, il vaut mieux maintenir le sol sec pendant une à deux semaines pour permettre la décomposition des matières organiques. Il est difficile pour la plupart des bactéries de décomposer les matières organiques en conditions d'anaérobies.

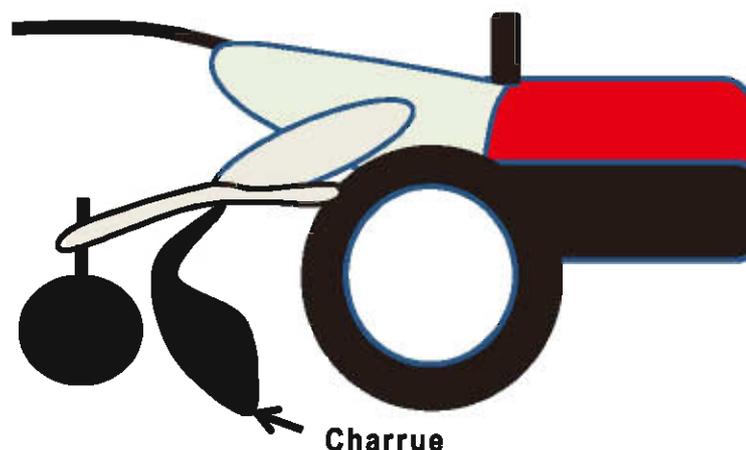


Figure 5-17 Motoculteur muni d'une charrue à versoir simple

5.3.3 Mise en boue

La mise en boue de la rizière se fait par écrasement des mottes de terre.

(i) Objectifs

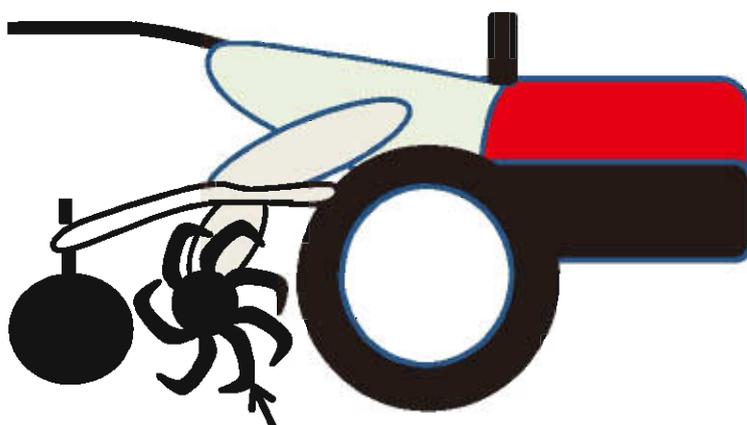
(a) Écrasement des mottes de terre

(b) Destruction des adventices.

(ii) Procédure

(a) Saturer le sol par irrigation.

(b) Broyer le sol. Lors de l'emploi du motoculteur, il est recommandé d'utiliser un type rotatif (Figure 5-18).



Dent rotative

Figure 5-18 Motoculteur à dents rotatives

5.3.4 Nivelage

Après la mise en boue, effectuer le nivelage. La plupart des agriculteurs effectuent le repiquage juste après la mise en boue. Dans ce cas, le terrain n'est pas égal, et il y a un risque de croissance de beaucoup d'adventices. En fait, il y a beaucoup de semences d'adventices dans le sol. Les semences dans le sol sec sont dormantes et attendent l'humidité pour germer. Les semences commencent à germer pendant le labour, à cause de l'humidité et de l'aération adéquate dues au retournement du sol (Figure 5-19). Si les mottes de terre sont grandes, la teneur en eau diminue. Il vaut mieux rendre le sol fin (Figure 5-20).

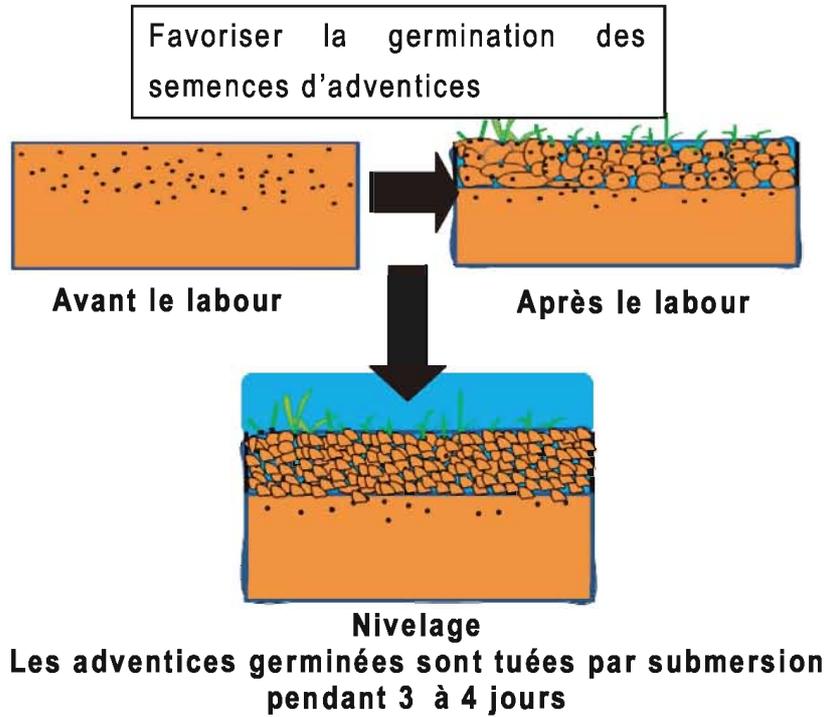


Figure 5-19 Élimination des adventices germinées par submersion

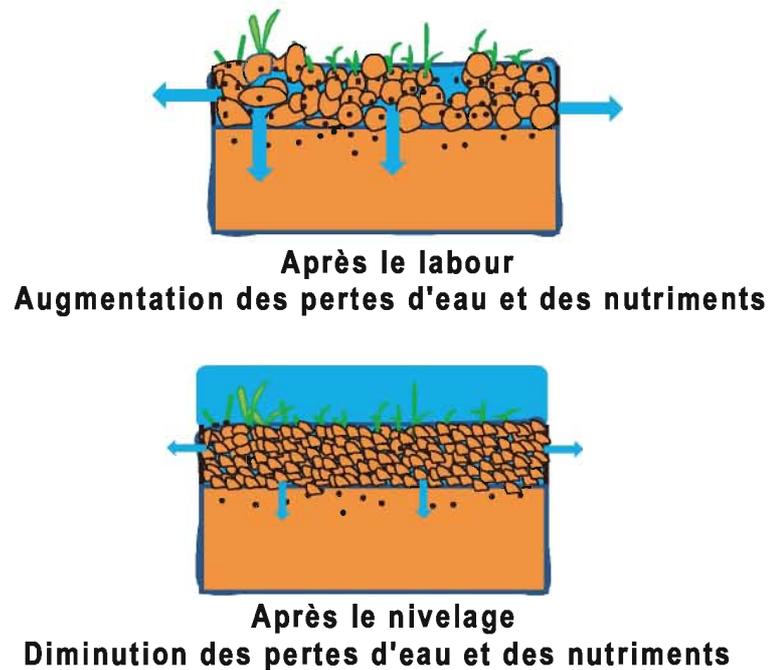


Figure 5-20 Augmentation de l'eau et de la teneur en nutriments par la mise en boue et le nivelage

(i) Objectifs

- (a) Détruire les adventices qui ont germinées (Figure 5-19).
- (b) Broyer le sol et le rendre fin pour augmenter la capacité de rétention d'eau et des nutriments (Figure 5-20).
- (c) Nivelier le sol pour faciliter la maîtrise de l'eau.

(ii) Procédure

- (a) Inonder le champ de sorte à obtenir une lame d'eau de 5 à 10 cm.
- (b) Nivelier au motoculteur à l'aide d'un râteau ou d'une planche en bois. (Figure 5-21).
- (c) Maintenir une lame d'eau au moins 3 jours.

L'inondation pendant une semaine est recommandée pour détruire les adventices. La plupart des agriculteurs commencent le drainage en vue du repiquage rapidement après le nivelage. Mais cela peut causer une perte du sol fin et des nutriments (Figure 5-22). Il faut donc attendre que le sol fin et les nutriments se déposent en trois jours.

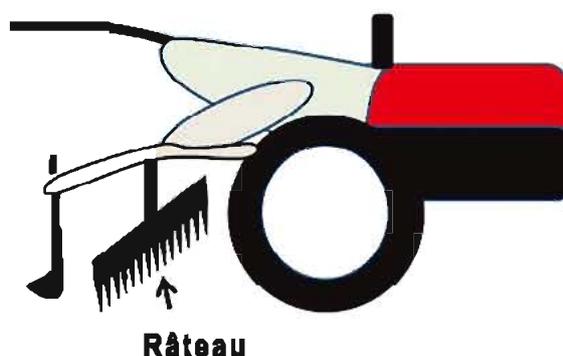
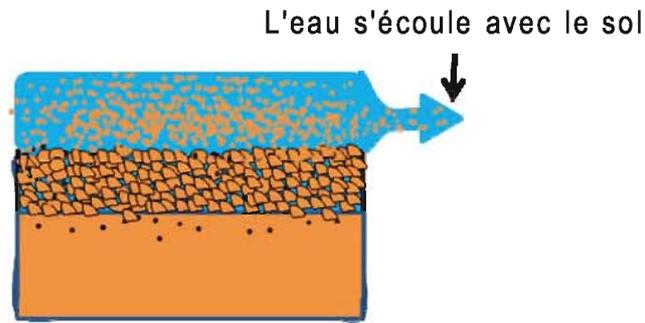
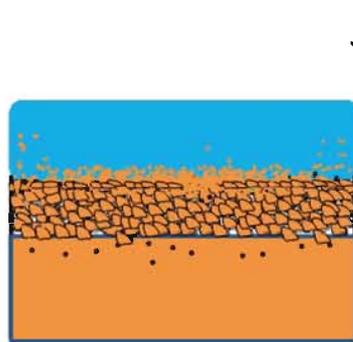


Figure 5-21 Motoculteur avec râteau



Après le nivelage

Le sol fin comprenant les nutriments est mélangé à l'eau par le nivelage.



3 ou 4 jours après le nivelage le sol fin qui contient les nutriments se dépose

Figure 5-22 Importance du maintien d'une lame d'eau dans le champ

5.4 STADE végétatif

Le stade végétatif se subdivise en trois phases : plantules dans la pépinière, récupération des dégâts causés par le repiquage, et tallage.

5.4.1 Traitement avant la germination

Au Ghana, le système de production de semences de riz n'est pas bien développé. Pour cette raison, il est difficile pour les agriculteurs d'obtenir de bonnes semences. Ils utilisent les semences qu'ils ont produites eux-mêmes la saison précédente ou en achètent chez des agriculteurs voisins. Aussi, la qualité des semences n'est pas bonne.

Les semences sont un mélange de différentes variétés, de graines immatures et de semences malades. Parfois, les semences malades provoquent la maladie de bakanae, l'helminthosporiose et la pyriculariose, qui donnent lieu à une forte baisse de production. Il faut donc faire très attention aux semences. Certaines maladies peuvent être évitées en désinfectant les semences pendant le traitement de pré-germination.

La pré-germination inclut la sélection de bonnes semences et la prévention des maladies. Les semences commencent à pousser en absorbant suffisamment d'eau (Figure 5-23).

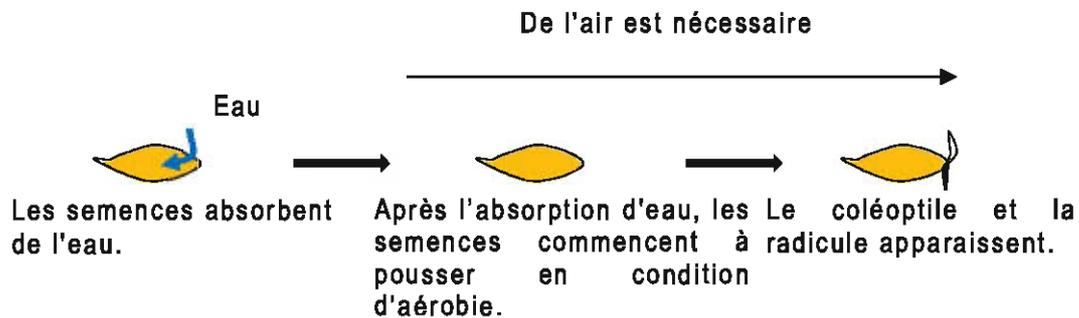


Figure 5-23 Mécanisme de germination

(i) Objectifs

- (a) Amélioration de l'homogénéité des plantules
- (b) Sélection de semences mures
- (c) Désinfection des semences

(ii) Procédure

- (a) Préparer environ 40 kg de semences par hectare.
- (b) Sélectionner des semences mures. (Figures 5-24 et 5-25)

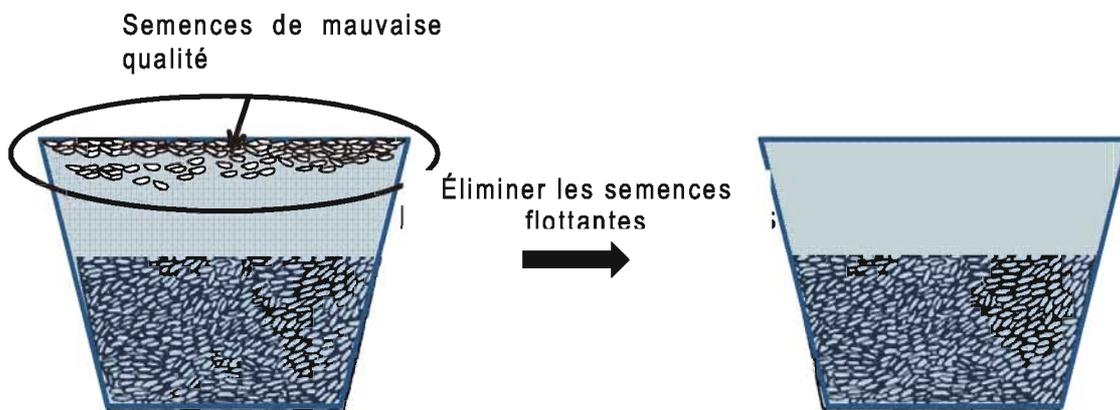


Figure 5-24 Tri de semences de bonne qualité par flottaison

Dissoudre du sel jusqu'à ce que l'œuf frais commence à

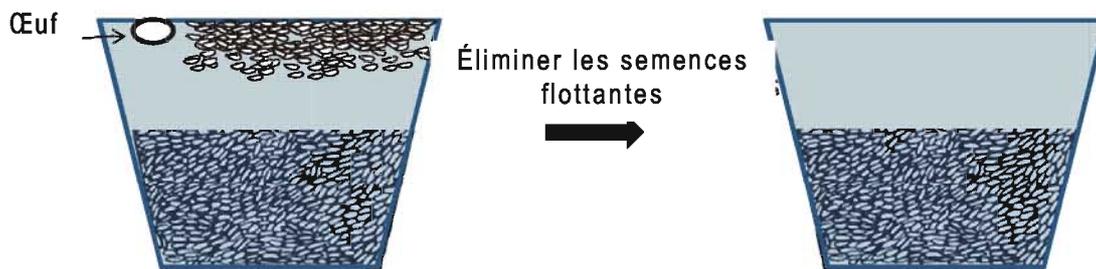


Figure 5-25 Tri plus méticuleux de semences de bonne qualité avec de l'eau salée

(c) Désinfection des semences : les bonnes semences sont traitées avec des produits agrochimiques. Au Ghana, Seed plus 20 WS est disponible. Pré-humidifier 1 kg de semences avec environ 30 ml d'eau dans un sac en plastique et le secouer quelques secondes, puis ajouter 1 sachet (10 g) et secouer environ 30 secondes. Après le retrait des semences du sac en plastique, les laisser sécher pendant une nuit.

(d) Tremper les semences dans l'eau pendant une nuit (Figure 5-26).

(e) Laisser les semences incuber pendant deux jours (Figure 5-27).

Trempage pendant un jour

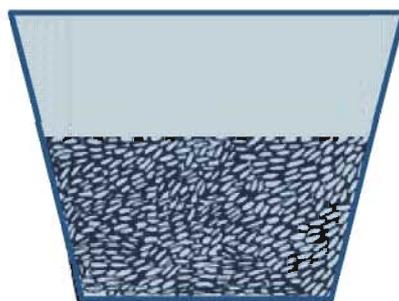


Figure 5-26 Trempage des semences

Couvrir les semences pour éviter qu'elles sèchent

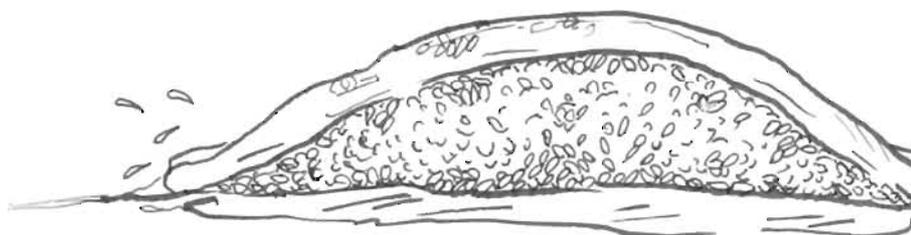


Figure 5-27 Incubation des semences pendant deux jours

(Note de bas de page)

(a) La plupart des agriculteurs conservent les semences qui ont flotté, mais les agents de vulgarisation devraient leur dire de ne jamais utiliser ces semences.

(b) Tous les matins, l'agriculteur devrait mouiller les semences.

5.4.2 Maintenance de la pépinière

(i) Établissement du lit de pépinière

Il y a deux types de lits de pépinières. L'une est de la pépinière de plateau, l'autre la pépinière de bas-fond (Figure 5-28). Chaque lit de pépinière a ses avantages et inconvénients.

(ii) Pépinière de plateau et pépinière de bas-fond

Une pépinière de plateau est établie sur les plateaux. Dans le cas d'une vallée intérieure, elle est établie à flanc de colline. Une pépinière de bas-fond est établie sur un champ nivelé.

(a) Avantages d'une pépinière de plateau

- > N'est pas un obstacle à la préparation de la terre.
- > Des racines saines se développent.
- > Moins de risque d'inondation.

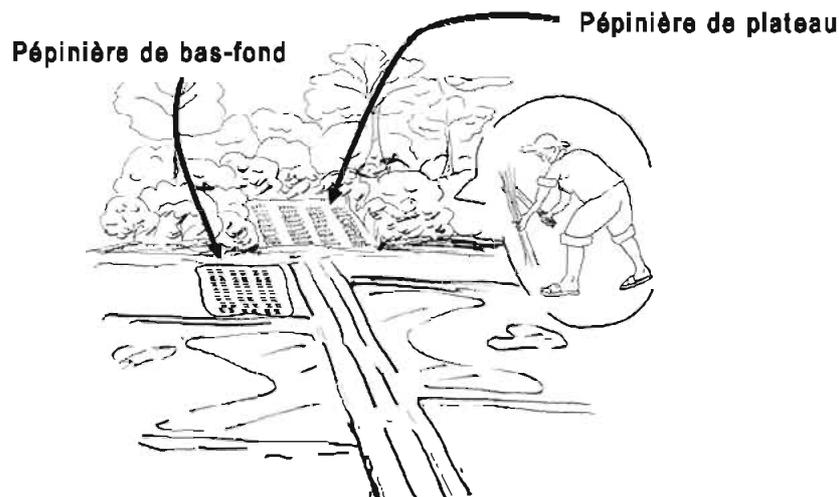


Figure 5-28 Pépinière de bas-fond et pépinière de plateau

(b) Inconvénients d'une pépinière de plateau

> Risque de sécheresse

> Tirer les plantules pour le repiquage est difficile, parfois les racines sont endommagées

> Le taux de croissance varie selon l'humidité du sol.

(c) Avantages d'une pépinière de bas-fond

> L'irrigation est facile

> Le taux de croissance est le même

> Tirer les plantules pour le repiquage est facile sans endommager sérieusement les racines

(d) Inconvénients d'une pépinière irriguée

> Il y a un risque d'inondation

> La croissance des racines n'est pas bonne

> La préparation de la terre pour une pépinière de bas-fond demande plus de temps que pour une pépinière de plateau

(iii) Procédure d'établissement de la pépinière et de semis

(a) Établissement du lit de pépinière

La taille d'un lit de pépinière est de 1 m (largeur) x 5 m (longueur) x 10 cm (hauteur) (Figure 5-29).

(b) Planer le sol et l'eau jusqu'à ce que le sol soit saturé.

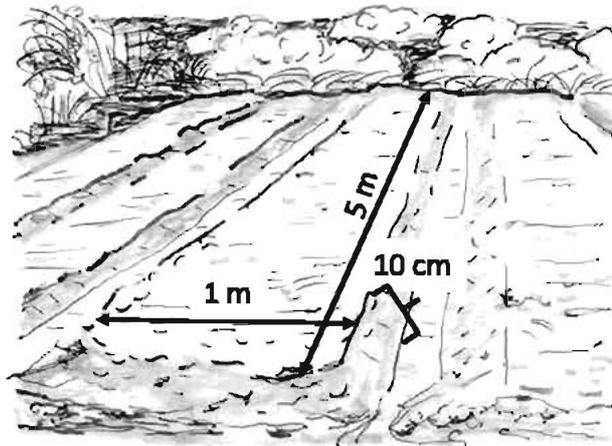


Figure 5-29 Taille du lit de pépinière

(c) Semer 1 kg de semences sur le lit de pépinière (1 m x 5 m) (Figure 5-31).

La plupart des agriculteurs sèment des semences à haute densité. Quarante lits de pépinières doivent être préparés pour le repiquage sur un champ d'un ha, parce que 40 kg de semences sont requis par ha. Quand les semences sont semées à haute densité, les plantules deviennent très faibles et sont sensibles aux maladies, et le tallage est gêné, induisant une baisse du rendement. Le poids des semences peut être estimé à partir du volume d'une bouteille en plastique de 1,5 l. Les 2/3 de la bouteille correspondent à environ 0,5 kg de semences (Figure 5-30).

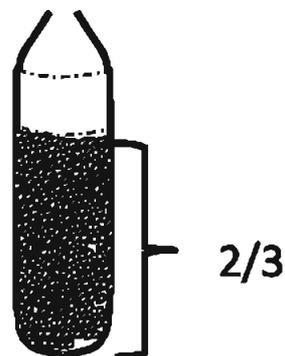


Figure 5-30 0,5 kg de semences

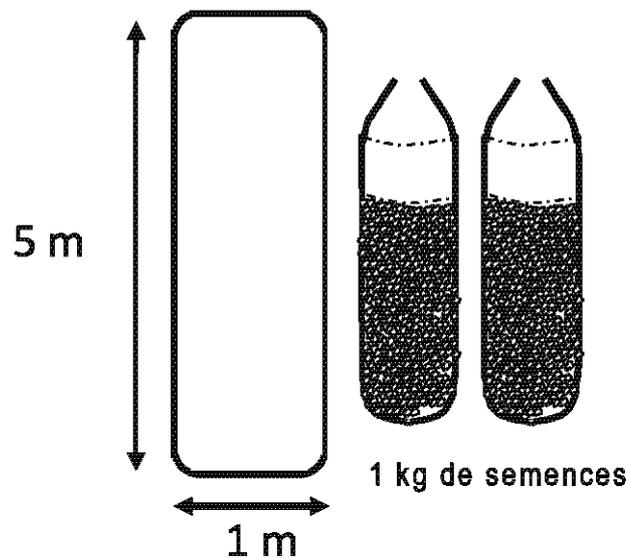


Figure 5-31 Quantité de semences pour le lit de pépinière (5 m²)

(d) Couvrir les semences de sol fin (1 cm d'épaisseur). Du sol fin séché est recommandé. Après avoir couvert les semences, ne jamais ajouter d'eau pour maintenir les conditions d'aérobies nécessaires.

(e) Couvrir la surface du sol de feuilles de palmier pendant cinq jours.

(f) L'arrosage est nécessaire tous les jours pour une pépinière de plateau. Dans le cas d'une pépinière de bas-fond, il faut veiller à ce que les plantules ne soient pas submergées par une inondation.

5.4.3 Repiquage

Il faut plus de temps et d'argent pour repiquer que pour le semis direct ou le semis à la volée.

Cependant, le repiquage a des avantages par rapport au semis direct.

> **Croissance uniforme**

> **Les plantules de riz ont une longueur d'avance sur les adventices.**

> La lutte contre les adventices est plus facile pour du riz repiqué en ligne droite qu'en semis à la volée.

Toutefois, si le repiquage n'est pas fait correctement, il sera moins efficace. Les points suivants sont à prendre en compte lors du repiquage.

(i) Faire pousser de bonnes plantules dans des lits de pépinière.

La qualité des plantules affecte la récupération des dégâts causés par le repiquage et le tallage (Figure 5-32).

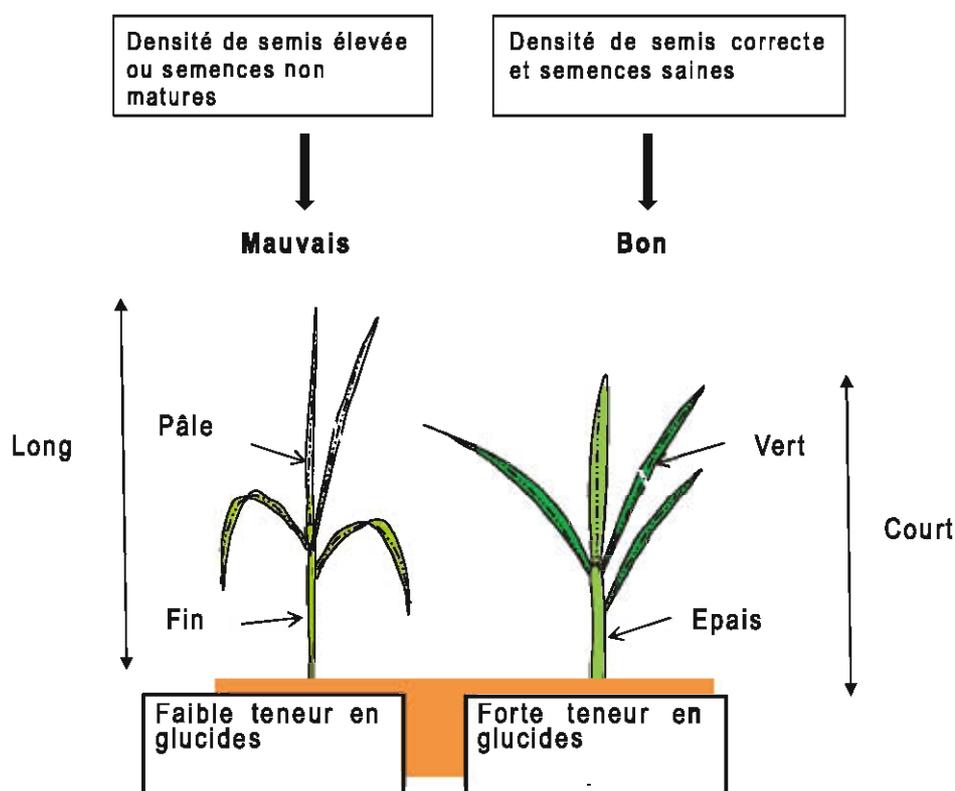


Figure 5-32 Mauvais et bons plantules

(ii) Le moment approprié pour le repiquage est de 14 à 21 jours après le semis

Une longue durée des plantules dans le lit de pépinière provoque une sérieuse réduction du nombre de talles (Figure 5-33).

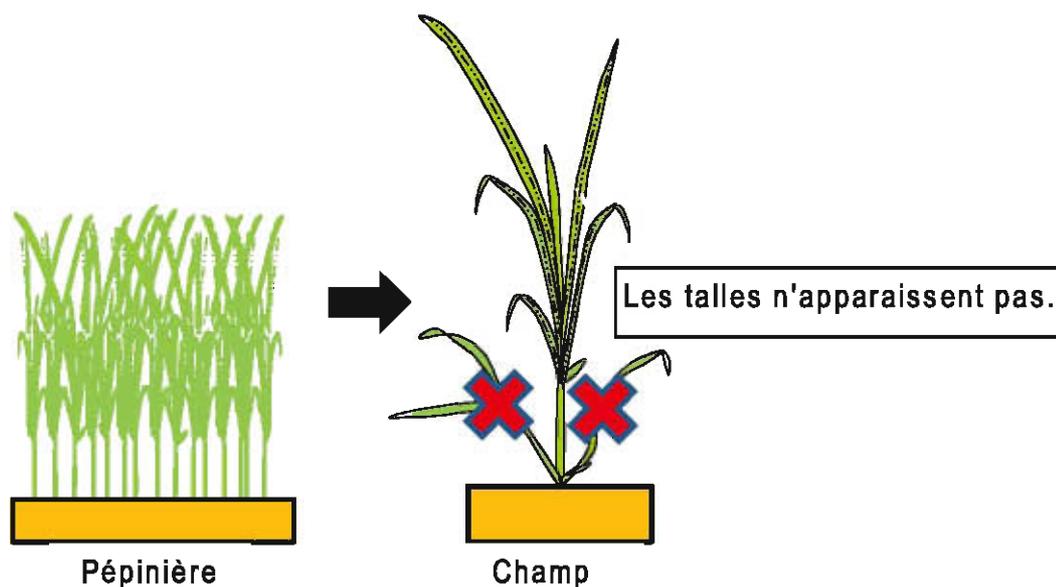


Figure 5-33 Plantules plantés dans le lit de pépinière pendant longtemps.

(iii) Retirer soigneusement les plantules de la pépinière
La plupart des agriculteurs tirent sur les plantules du lit de pépinière pour les enlever (Figure 5-34). En tirant sur les plantules, en particulier dans les pépinières de plateau, la plupart des racines des plants sont détruites, ce qui provoque une récupération lente des dégâts dus au repiquage, ou parfois la mort des plantules.

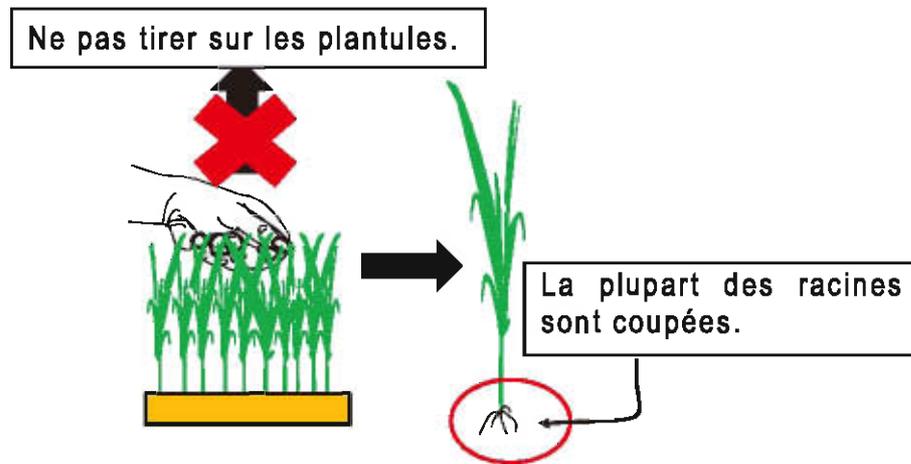


Figure 5-34 Les plantules sont endommagées lorsqu'on tire dessus

(iv) Procédure

(a) Drainer le champ un jour avant le repiquage (Figure 5-35).

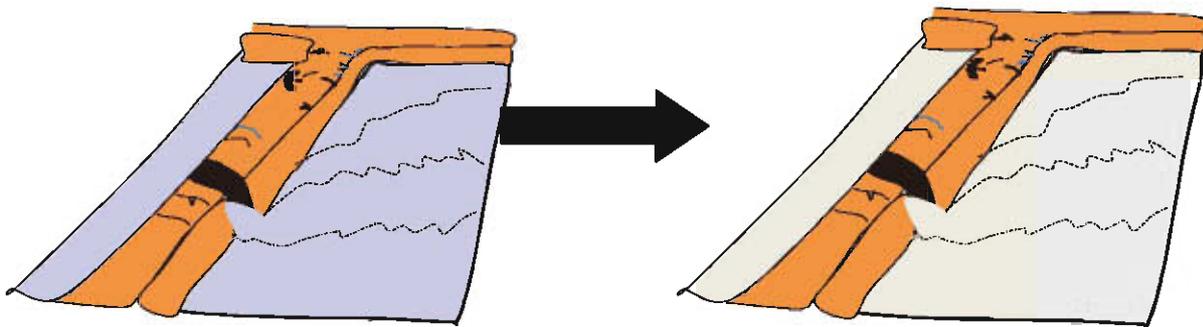


Figure 5-35 Drainage du champ

(b) Retirer les plantules du lit de pépinière de plateau
Les racines de plantules retirées du sol de plateau sont gravement endommagées à cause de la dureté du sol. Aussi, agir avec soin pour retirer les plantules de la pépinière.

(c) Arroser pour ramollir le sol (Figure 5-36).



Figure 5-36 Ramollir le sol par arrosage

(d) Retirer les plantules du lit de pépinière avec une bêche (Figure 5-37).

Les plantules ne doivent jamais être tirées. Sinon, la plupart des racines seront détruites. Souvent, les plantules à racines courtes ne peuvent pas récupérer des dommages du repiquage à cause des conditions déséquilibrées entre évaporation et absorption de l'eau (Figure 5-38). Ils sont aussi facilement emportés par l'eau à cause de leur faible enracinement (Figure 5-38).

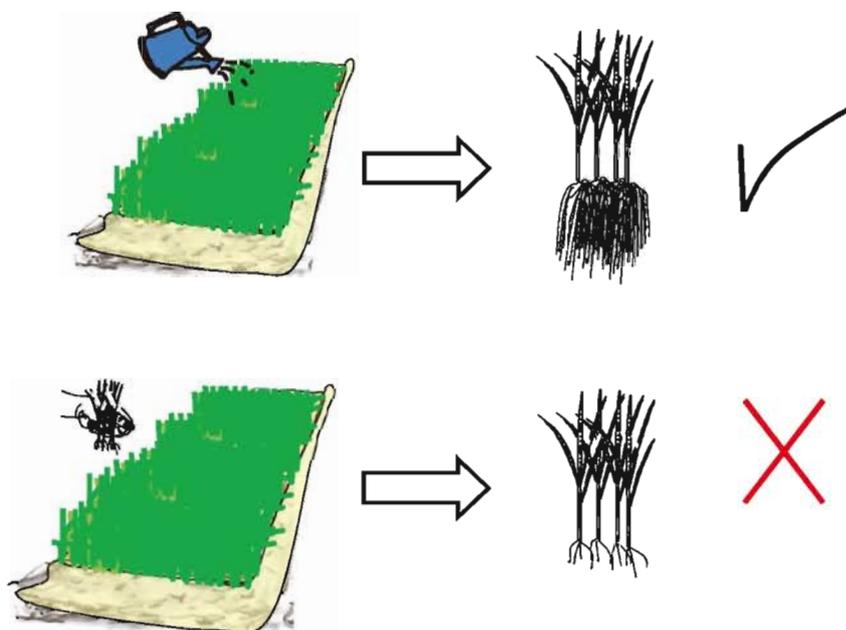


Figure 5-37 Retrait des plantules de la pépinière

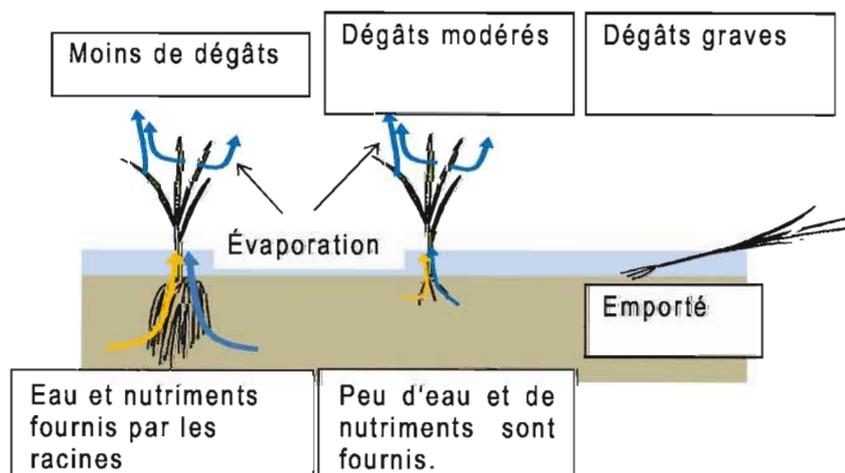


Figure 5-38 Plantules peu endommagées et plantules très endommagées

Si les agriculteurs ne retirent pas délicatement les plantules des lits de pépinière, tous leurs efforts de sélection des semences et de soins apportés aux plantules dans la pépinière seront vains.

(e) Maintenir les racines dans l'eau (Figure 5-39)

Après le retrait des plantules de la pépinière avec une bêche, les racines des plants doivent être maintenues dans l'eau.

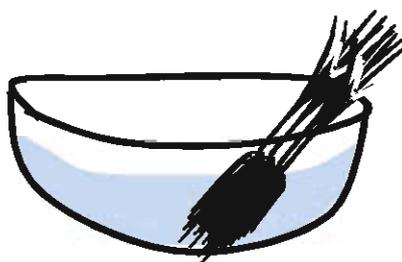


Figure 5-39 Maintenir les racines dans l'eau

(f) Repiquage [espacement : 20 cm x 20 cm (Figure 5-40) ou 30 cm x 10 cm]

(g) Prévoir un bâton de mesure de 20 cm de longueur et une corde dans le cas 20 cm x 20 cm.

(h) Tendre la corde à 20 cm de la fin du champ (1^{ère} ligne) dans le cas 20 cm x 20 cm.

(i) Repiquer deux ou trois plantules par poquet en suivant la 1^{ère} ligne pour laisser un espace de 20 cm à l'aide du bâton dans le cas 20 cm x 20 cm.

(j) Tendre trois cordes (2^e, 3^e et 4^e).

(k) Repiquer deux ou trois plantules par poquet en suivant la ligne pour laisser un espace de 20 cm à la même position que la plantule planté dans la 1^{ère} ligne dans le cas 20 cm x 20 cm.

(l) La profondeur de repiquage doit être de 2 cm.

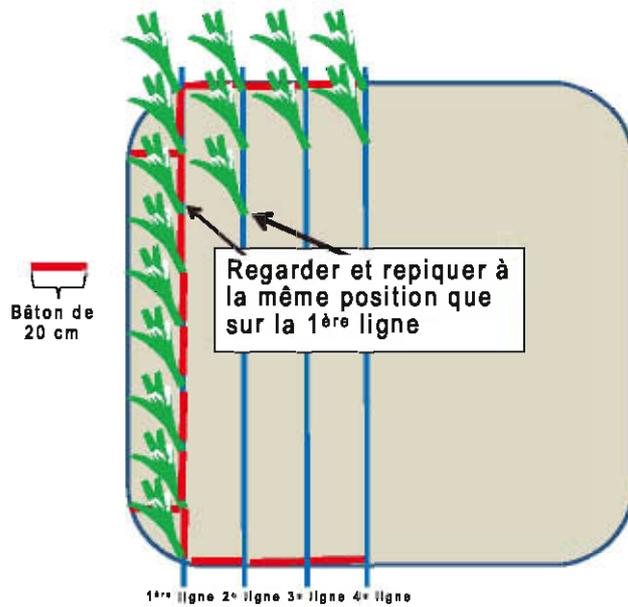


Figure 5-40 Repiquage à 20 cm x 20 cm d'espacement

(j) Irriguer le champ et fermer la digue (Figure 5-41)
 La plupart des agriculteurs n'irriguent pas leur champ après le repiquage. Dans ce cas, les plants souffrent de la sécheresse à cause des racines endommagées. Suffisamment d'eau doit être fournie au champ pour soulager les racines endommagées des plantules (lame d'eau de 2 cm de profondeur). Après l'irrigation, la digue doit être fermée.

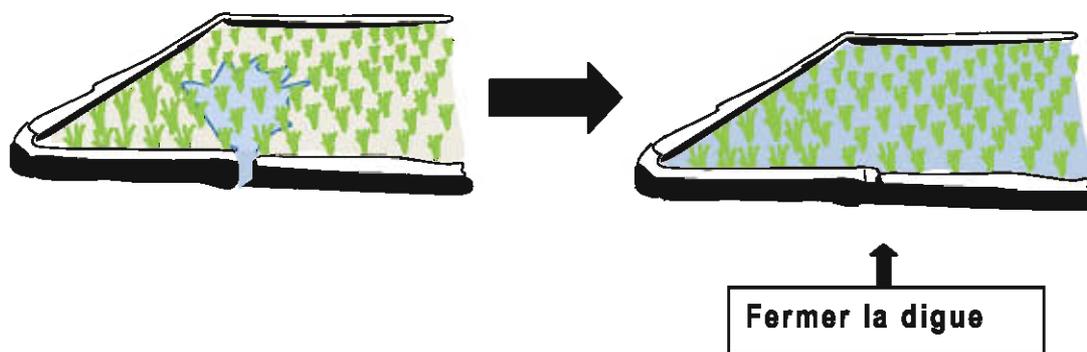


Figure 5-41 Gestion de l'eau après le repiquage

(k) Remplissage

Des plantules sont souvent emportées par les inondations. Le remplissage doit être fait dans ce cas. S'il y a de grands espaces libres dans le champ, les adventices pousseront vigoureusement ultérieurement (Figure 5-42).

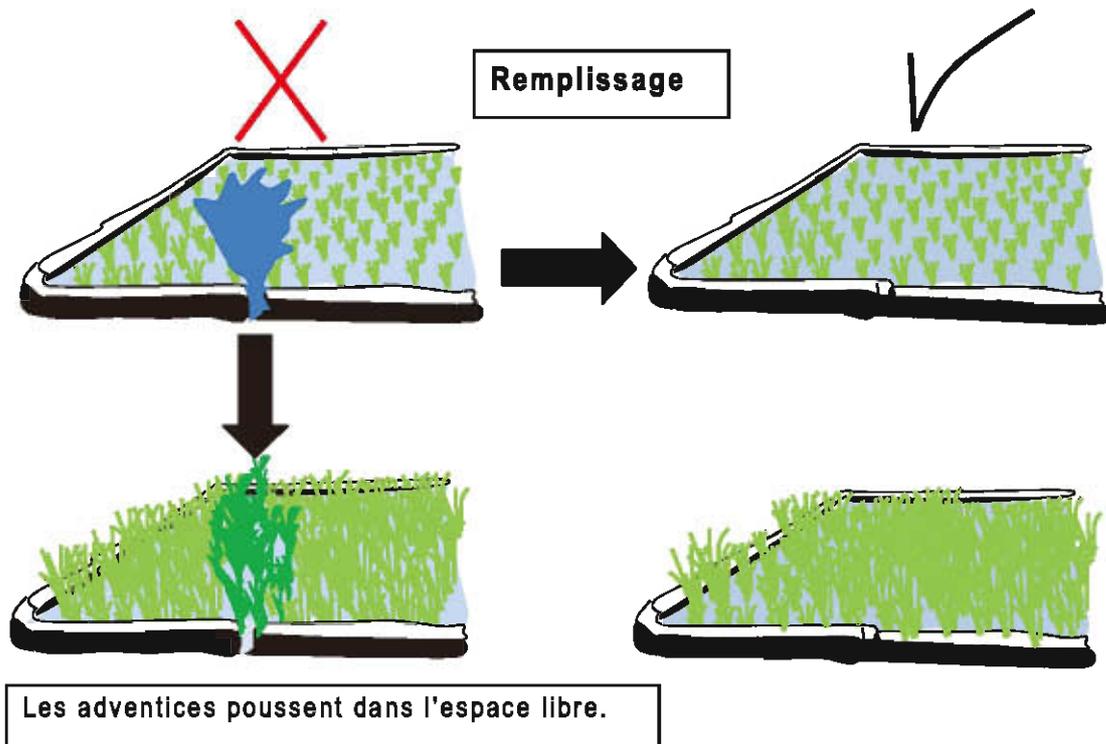


Figure 5-42 Importance du remplissage pour la lutte contre les adventices

5.4.4 Phase de récupération des dégâts causés par le repiquage

Après le repiquage, de nouvelles racines poussent (Figure 5-43).

Ces nouvelles racines contribuent à la croissance du riz. La phase de récupération correspond à l'enracinement de ces nouvelles racines et à l'adaptation au nouvel environnement. Après la phase de récupération (environ 10 jours), les talles apparaissent. En général, l'engrais doit

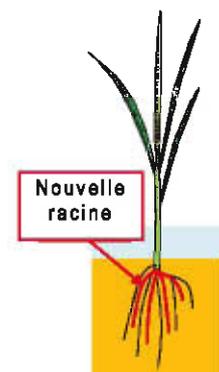


Figure 5-43 Croissance de nouvelles racines

être appliqué à ce moment-là pour améliorer la croissance des nouvelles racines. Toutefois, la croissance des adventives est vigoureuse en environnement tropical.

(i) Importance de la phase de récupération des dégâts causés par le repiquage

Plus la récupération des dommages dus au repiquage est lente, moins de talles se formeront, ce qui résultera en un rendement faible. Il faut donc faire attention à cette phase.

(ii) Procédure pendant la phase de récupération

(a) Irriguer le champ jusqu'à obtenir une lame d'eau de 2 cm de profondeur.

(b) Fermer la digue après l'irrigation (Figure 5-44).

(c) Maintenir une lame d'eau à 2 cm de profondeur pendant 5 à 7 jours.

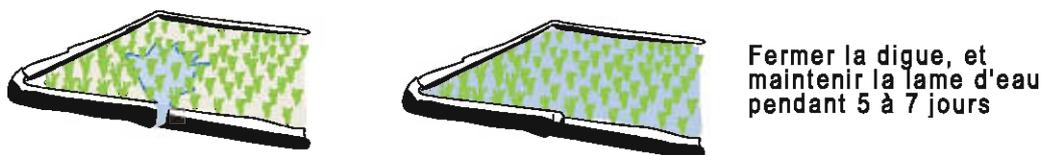


Figure 5-44 Gestion de l'eau après le repiquage

(d) Cinq à sept jours après le repiquage, effectuer le désherbage.

Effectuer le désherbage en appliquant un herbicide sélectif ou par désherbage manuel à l'aide d'outils simples.

5.4.5 Désherbage

5.4.5.1 Application d'un herbicide sélectif

Les caractéristiques de l'herbicide doivent être comprises (Figure 5-45). Les herbicides peuvent se diviser en deux types. L'un est un herbicide de contact, qui détruit les cellules des feuilles en les pénétrant, l'autre un herbicide systémique, qui détruit toute l'adventice par absorption par les racines et la pénétration des feuilles.

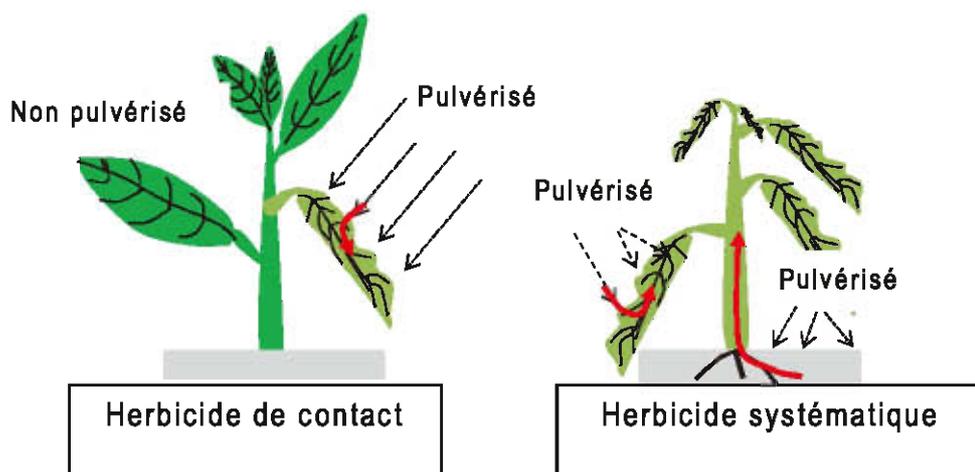


Figure 5-45 Caractéristiques des herbicides

L'emploi d'un herbicide systémique est recommandé.

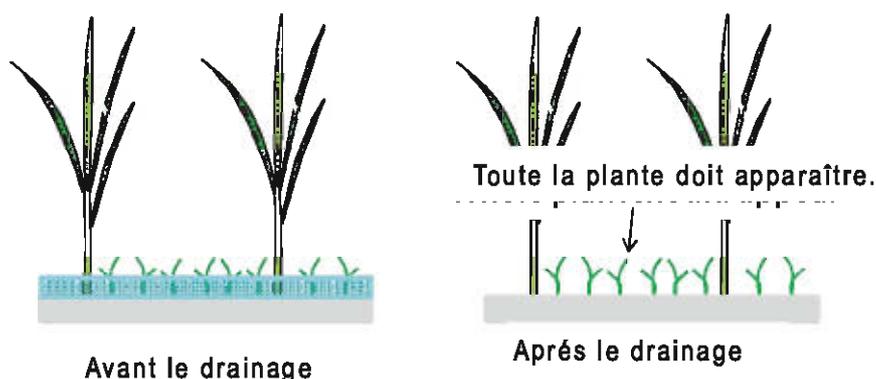


Figure 5-46 Le champ est drainé avant application de l'herbicide

(i) Procédure

(a) Appliquer l'herbicide sur toute la plante (drainer l'eau du champ pour faire apparaître les adventices en entier). (Figure 5-46)

(b) L'herbicide sélectif est efficace seulement contre les jeunes adventices (l'herbicide doit être appliqué dans les 10 jours après le repiquage.)

(c) Ne jamais appliquer l'herbicide pendant ou avant la pluie. (Le produit chimique sera emporté.)

(d) Appliquer l'herbicide à la concentration appropriée. (Même le riz peut être endommagé à forte concentration d'herbicide. Lire la brochure d'explication.)

(e) Avant ou après l'application de l'herbicide, la digue doit être fermée pour éviter que l'eau soit drainée du champ. L'eau, incluant l'herbicide, va dans le fleuve quand la digue est ouverte après l'irrigation.

(f) Les agriculteurs doivent eux-mêmes se protéger contre l'herbicide en portant un pantalon long, une chemise à manches longues, des lunettes de protection et un masque.

5.4.5.2 Désherbage manuel avec outils simples (sarcleuse ou houe)

Lors de l'utilisation d'une sarcleuse (Figure 5-47), le champ doit être irrigué et le sol ramolli. L'équipement est efficace pour les jeunes adventices. Il est inutilisable sur sol sec parce qu'il est dur.

Désherber deux fois est recommandé : la première fois dans les sept jours après le repiquage, et la seconde fois sept jours après le 1^{er} désherbage.



Figure 5-47
Sarcleuse

5.4.6 Application d'engrais

L'engrais doit être appliqué dans les deux semaines après le repiquage. En Afrique de l'Ouest, la fertilité du sol est faible, comme mentionné plus haut. L'application d'engrais est nécessaire pour le tallage. Mais il n'est pas bon d'appliquer trop d'engrais. La quantité totale d'engrais va de 30 à 90 kg par ha pour l'azote, et de 30 à 60 kg par ha pour le phosphate et le potassium.

(i) Procédure

(a) Préparation de l'engrais

NPK est utilisé pour l'application de base.

Tableau 5-5 Tableau de conversion

N, P, K (kg/ha)	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ (kg/ha)	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ Sac de 50 kg
30	200	4 sacs
60	400	8 sacs

Les 50 kg par sac doivent être divisés en 10 sacs (5 kg par sac), afin d'appliquer uniformément l'engrais au champ (Figure 5-48). Cinq kilogrammes de N₁₅P₁₅K₁₅ est

60 kg de NPK par 0,0125 ha (environ 11 à 13 pas x 11 à 13 pas) (Figure 5-49).

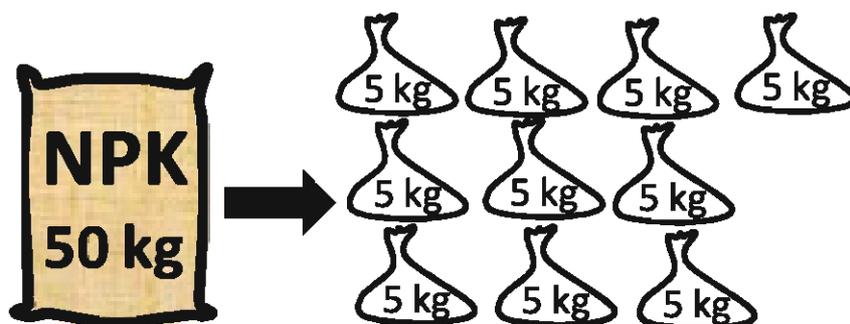


Figure 5-48 NPK (50 kg/sac) est divisé en 10 sacs (5 kg/sac)

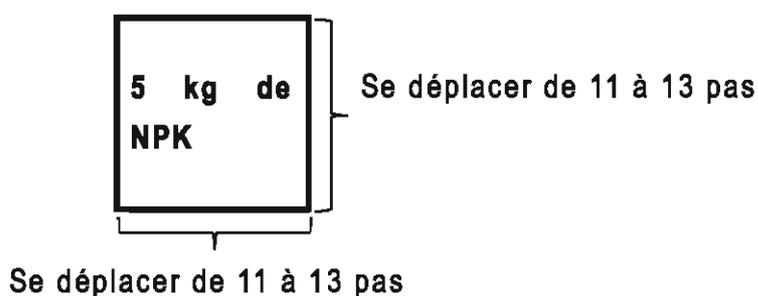


Figure 5-49 Zone d'application de 5 kg de NPK

Le poids de l'engrais peut aussi être estimé à partir du volume d'une bouteille en plastique de 1,5 l. 1/2 du volume de la bouteille est d'environ 0,7 kg de $N_{15}P_{15}K_{15}$ et de 0,8 kg de sulfate d'ammonium (Figure 5-50).

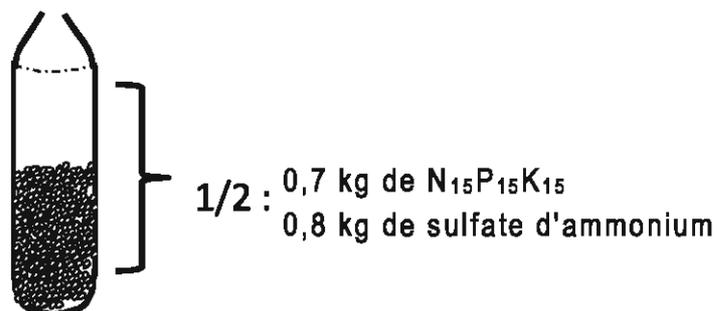


Figure 5-50 Quantité d'engrais valant la moitié de la bouteille de plastique de 1,5 L

(b) Drainer le champ.

(c) Appliquer l'engrais (Figure 5-51)

La plupart des agriculteurs appliquent l'engrais à partir de la digue. Ce type de travail provoque une application inégale de l'engrais. On observe souvent du riz poussant vigoureusement le long de la digue, et du riz pâle au centre du champ.

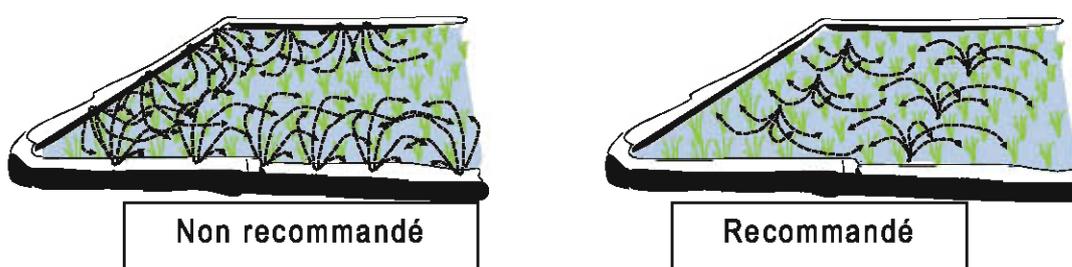


Figure 5-51 Application de quantités égales d'engrais

(d) Irriguer le champ et fermer la digue.

Après application de l'engrais, de l'eau doit être fournie et maintenue sur le champ. La digue doit être fermée après application de l'engrais. Si elle est ouverte, l'engrais dissous est drainé du champ. Après application d'un engrais azoté, l'ammoniac est transformé en acide nitrique par l'activité des bactéries en condition d'aérobie (nitrification) (Figure 5-52). L'ammoniac (NH_4^+) peut être fixé dans le sol, mais pas les nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-) qui ne peuvent pas être fixés dans le sol et sont drainés de la couche arable avec la fuite de l'eau. La plupart des agriculteurs maîtrisent peu l'eau après le repiquage, aussi l'importance de la maîtrise de l'eau après l'application de l'engrais doit être expliquée aux agriculteurs.

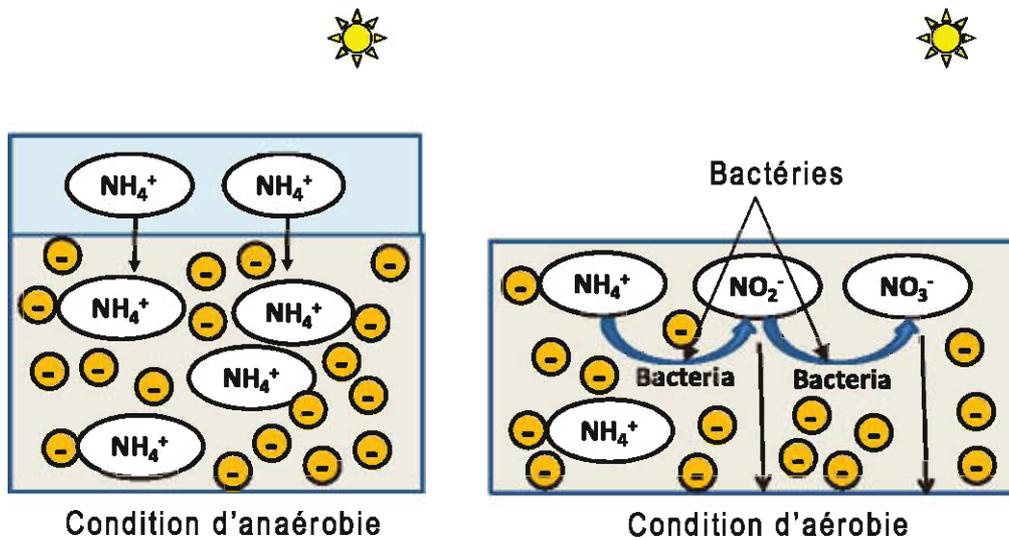


Figure 5-52 Perte d'azote par nitrification

Note de bas de page :

La quantité d'engrais dépend de la fertilité du sol ou du niveau technique et des moyens financiers des agriculteurs. Il est toutefois difficile de déterminer la fertilité du sol dans le champ d'un agriculteur, aussi est-il fortement conseillé de prendre en compte la quantité d'engrais appliquée et les conditions de croissance du riz de la saison précédente.

5.4.7 Nuisibles et maladies

Après le repiquage, les plantules sont endommagées par des maladies et les insectes. Il vaut mieux prévenir les graves maladies.

Les principales maladies et dégâts causés par les insectes après le repiquage sont les suivants.

- (a) Bactériose
- (b) Helminthosporiose
- (c) Foreur de tige

Après l'application d'engrais, il vaut mieux appliquer un fongicide et un insecticide.



Figure 5-53 Bactériose



Figure 5-54 Foreur de tige

5.4.8 Tallage

Après la récupération des dégâts causés par le repiquage, les talles apparaissent. Le tallage est en étroite corrélation avec le rendement. Le nombre de grains se compose du nombre de poquets par unité de surface, du nombre de panicules par unité de surface et du nombre de grains par panicule.

Aussi, les agriculteurs doivent-ils obtenir un certain nombre de talles à ce stade pour atteindre un rendement élevé. Pour augmenter le nombre de talles, la gestion de

l'utilisation efficace des engrais et de l'eau est très importante.

(i) Combien de talles par poquets sont nécessaires pour produire plus de quatre tonnes à l'ha ? (Sikamo et Jasmine)

La Figure 5-55 donne un diagramme du tallage.

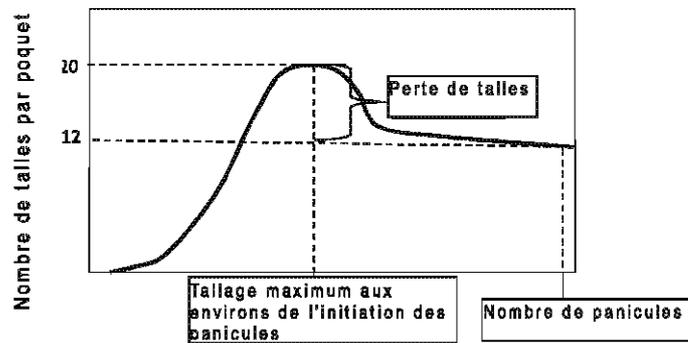


Figure 5-55 Diagramme du tallage

Le nombre de talles est optimum à l'initiation paniculaire. Après cela, certaines talles meurent. Environ 60 % des talles survivront et auront des panicules (d'après les résultats de sites de projets JIRCAS en 2010). Pour Sikamo ou Jasmine, il est nécessaire d'avoir au moins 17 talles par poquet pour obtenir plus de quatre tonnes à l'ha selon la formule suivante.

$0,4 \text{ kg/m}^2 = 25 \text{ (nombre de poquets au mètre carré)} \times A \text{ (nombre de talles/poquets)} \times 0,6 \text{ (taux de panicules)} \times 100 \text{ (nombre de grains/panicule)} \times 0,8 \text{ (taux de grains mûrs)} \times 0,028 \text{ g (poids des grains)} \times 0,7 \text{ (concernant 30 \% de perte post-récolte)}$.

$A = 17$

(ii) Culture pour obtenir un nombre optimum de talles

(ii)-1 Maîtrise de l'eau

Pendant le tallage, l'eau doit être peu profonde (2 cm de profondeur). Le drainage améliore parfois la production de talles, à cause de l'augmentation de l'activité des racines en conditions d'aérobies. Cependant, la submersion et le drainage répétés provoquent la dénitrification (Figure 5-56). Aussi la compétence et l'expérience sont nécessaires pour augmenter le nombre de talles en alternant la submersion et le drainage. Il n'est pas risqué de maintenir 2 ou 3 cm d'eau sur le champ pendant l'étape de tallage. De l'eau très profonde (plus de 20 cm de profondeur) entrave le tallage.

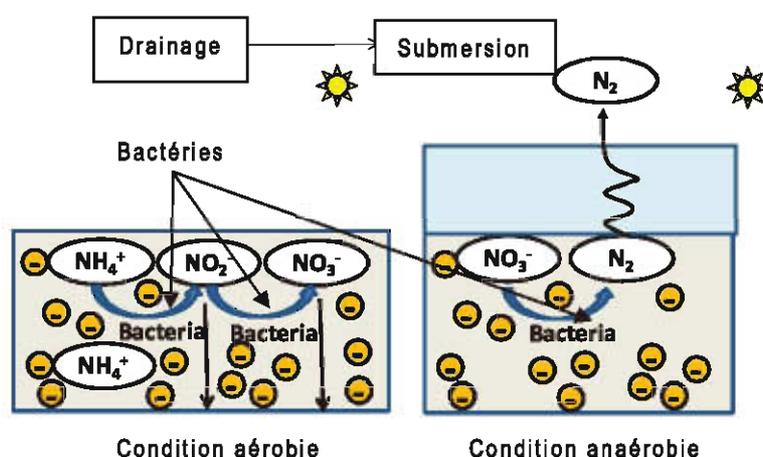


Figure 5-56 Dénitrification

(ii)-2 Lutte contre les adventices

Quand les adventices sont contrôlées correctement, l'enherbement ne peut pas être grave pendant le tallage. Mais du fait d'un nivelage inégal, certaines parties du champ ne sont pas immergées. Les adventices poussent plus vite que le riz dans de telles zones, et le désherbage manuel doit être fait à ces endroits.

(ii)-3 Lutte contre les maladies

En général, le riz peut supporter les maladies pendant le tallage. Mais le riz cultivé sur un sol peu fertile, par ex. sol sablonneux, est facilement menacé par l'helminthosporiose et la bactériose. Il est recommandé d'appliquer du fongicide à de tels endroits pour éviter la propagation des maladies.

(ii)-4 Structure du couvert végétal (Figure 5-57)

Même si les talles contribuent à un meilleur rendement, le tallage excessif réduit le rendement. Une croissance trop vigoureuse pendant le tallage causera des problèmes tels que la verse ou des maladies au stade de maturation. Si la surface de l'eau est visible quand on se met debout sur la digue, la structure du couvert végétal est idéale.

La plupart des agriculteurs ont tendance à apprécier une structure du couvert végétal très dense pendant le tallage, mais en fait, ils peuvent être déçus par des problèmes tels que la verse ou des maladies au stade de maturation, qui rendent tous les efforts et le travail vains. Aussi une grande attention doit être accordée à la structure du couvert végétal pendant le tallage.

- ✓ Des quantités excessives d'engrais ou une haute densité de repiquage provoquent une structure du couvert végétal très dense.
- ✓ L'application d'engrais environ 30 jours avant l'épiaison n'est pas recommandée (*voir le chapitre 5.5*).

Les feuilles verte-foncé ou les feuilles tombantes sont des symptômes d'application excessive d'engrais. Dans ce cas, et si un des symptômes ci-dessus est observé, le champ doit être asséché pour entraver l'absorption d'azote.

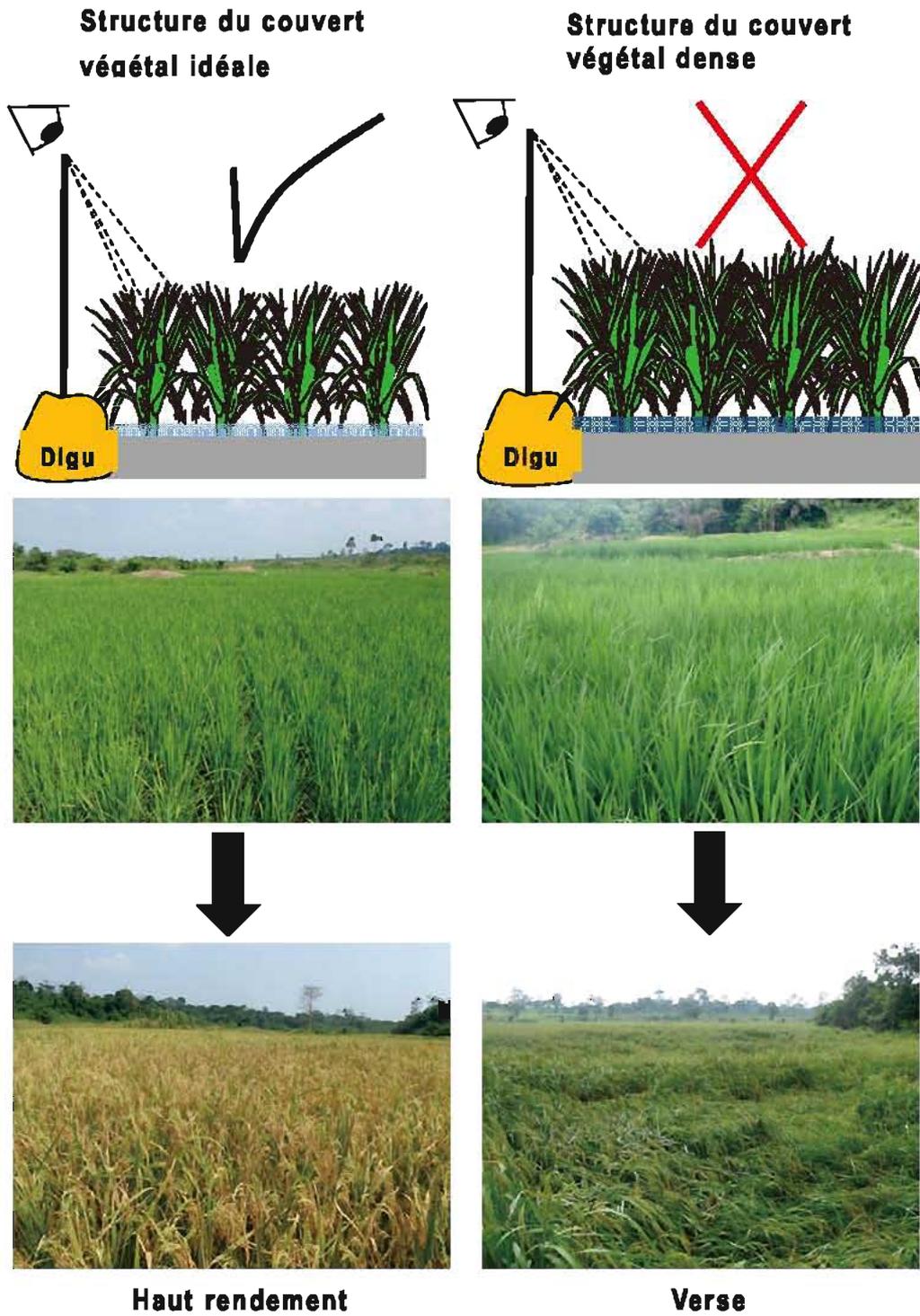


Figure 5-57 Effet de la structure du couvert végétal sur le rendement

5.5 Stade reproductif

Le stade reproductif va de l'initiation paniculaire à la floraison. Le riz est plus sensible aux contraintes environnementales à ce stade. Si le riz ne pousse pas dans de bonnes conditions, le rendement peut être affecté. La figure suivante illustre les parties importantes du riz au stade de maturation (Figure 5-58). Au stade reproductif, les organes liés directement au rendement se différencient et se développent.

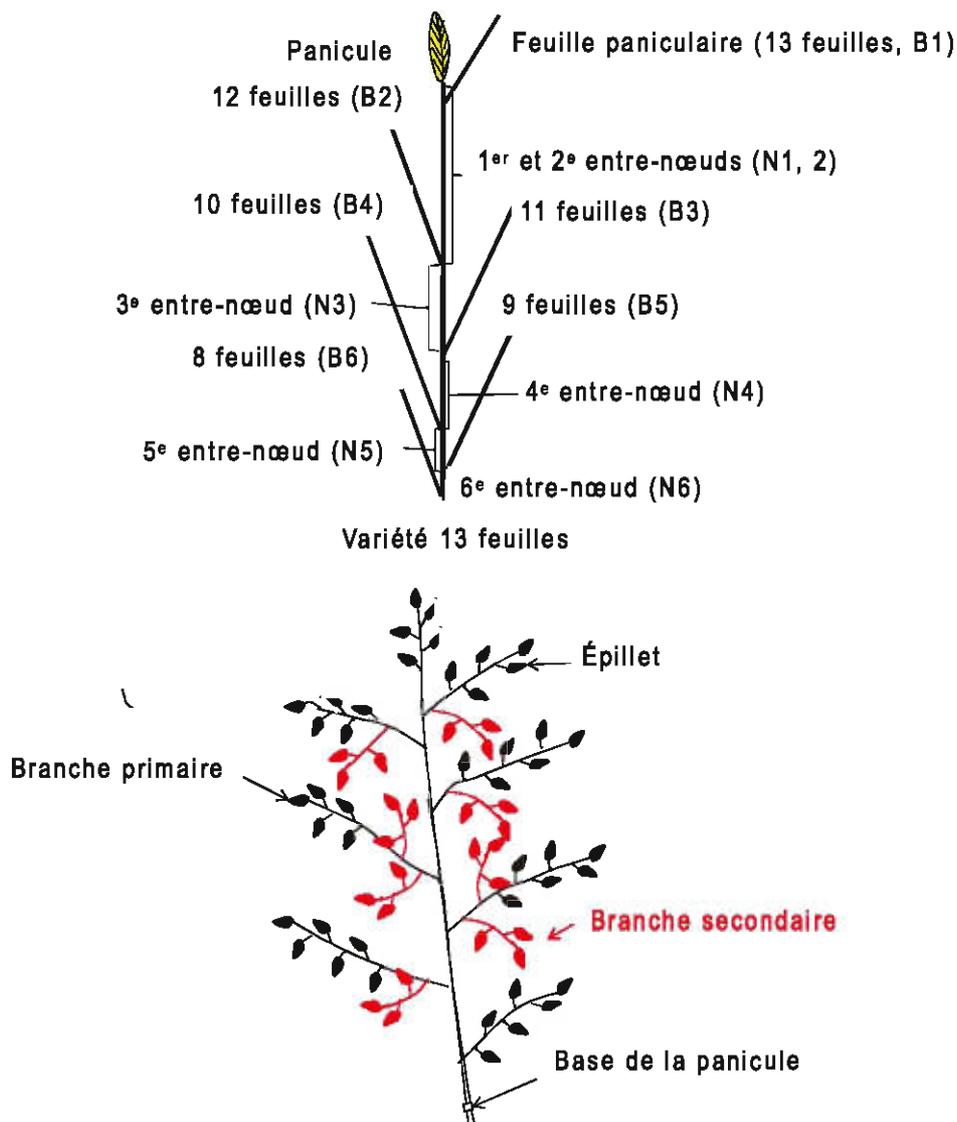


Figure 5-58 Structure du riz (haut) et panicle (bas) au stade de maturation

La Figure 5-59 est un diagramme du développement des organes liés au stade de maturation. Le métabolisme du riz s'accroît du fait de la différenciation de la panicule à la floraison. Aussi, le riz a besoin de beaucoup d'eau. Le manque d'eau pendant cette période provoque la diminution du nombre de grains et de grains matures. La gestion de l'eau doit être faite avec soin.

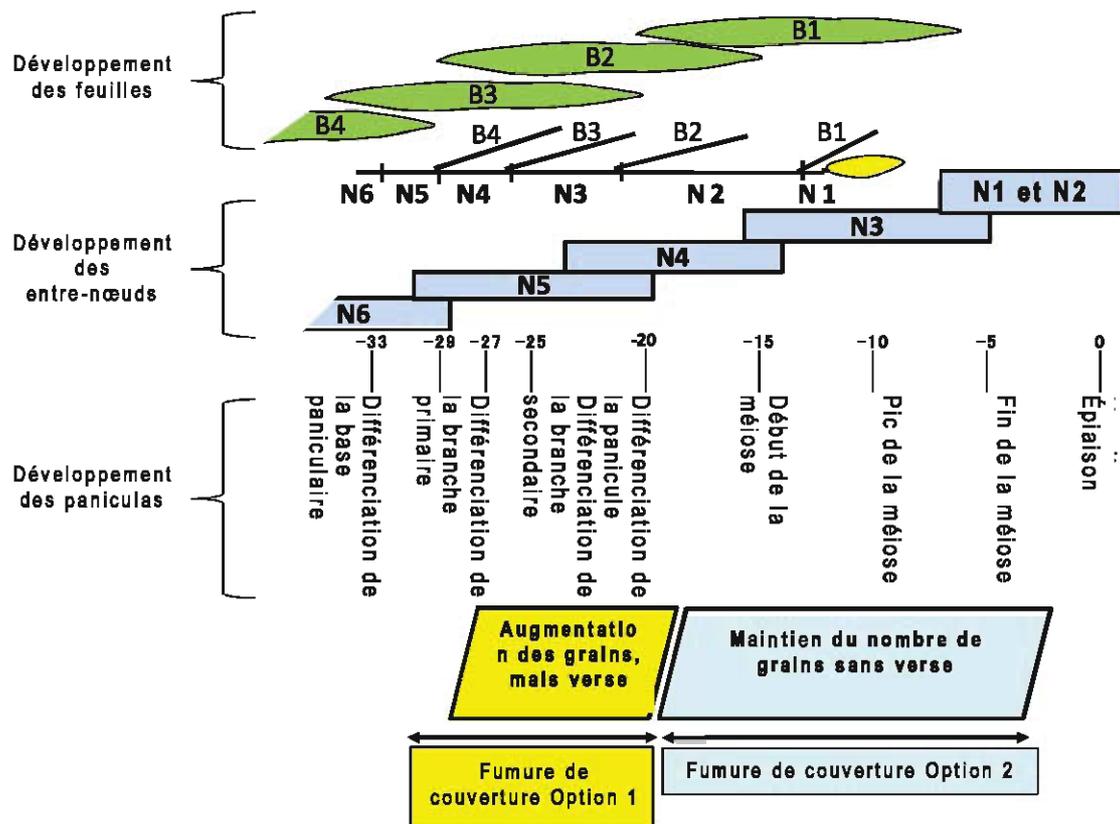


Figure 5-59 Diagramme du développement de la panicule

(i) Gestion de l'eau (pour une variété de 120 jours)

Environ 30 jours avant l'épiaison (env. 60 jours après les semis), le champ doit être irrigué jusqu'à atteindre une lame d'eau de 5 à 10 cm de profondeur. La digue doit être fermée après l'irrigation pour maintenir de l'eau dans le champ. Le champ doit rester inondé jusqu'à la fin de la floraison.

(ii) Application d'engrais

La couleur des feuilles devient vert-clair pendant le tallage maximum, à cause du manque de nutriments dans le sol. Généralement, un engrais additionnel (sulfate d'ammonium ou urée) est appliqué à ce stade. Mais il est possible que la verse se produise à cause de l'application d'engrais (Fumure de couverture Option 1 de la Figure 5-59).

(iii) Mécanisme de la verse

Une élongation des 4^e et 5^e entre-nœuds provoque la verse (Figure 5-60). Les grandes feuilles supérieures (B1, B2 et B3 sur la figure) provoquent la verse. Pour éviter la verse, l'élongation des entre-nœuds et le développement des feuilles supérieures doivent être limités. La capacité d'élongation dépend de l'état des nutriments dans le riz et des conditions climatiques pendant la période de développement des entre-nœuds. Si un engrais est appliqué juste avant le développement des entre-nœuds et des feuilles, l'élongation des entre-nœuds et l'élargissement des feuilles seront renforcés.

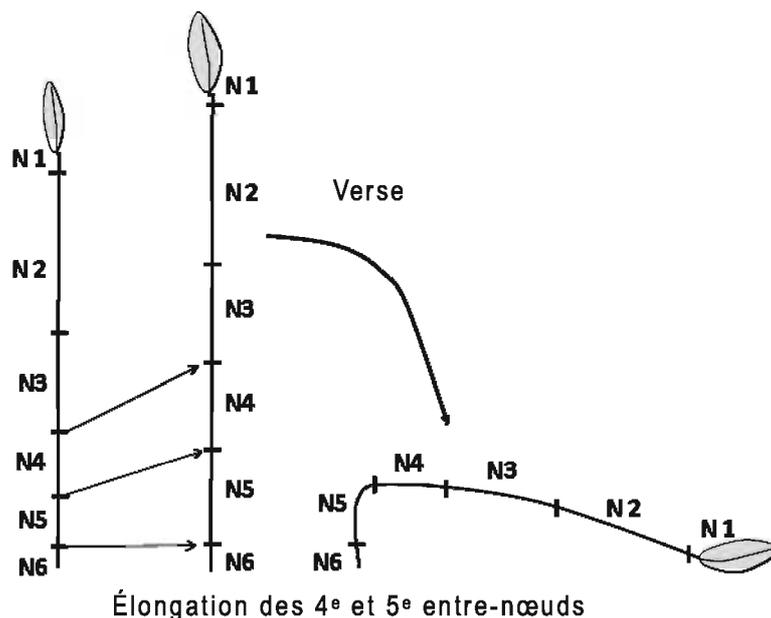


Figure 5-60 Élongation des 4^e et 5^e entre-nœuds causant la verse

(iv) État nutritionnel et nombre de grains

Le nombre de grains est un facteur important du rendement. Pour cette raison, de l'engrais est appliqué à ce stade. À la différenciation des branches, le nombre de branches est augmenté par l'engrais. À la différenciation de la panicule, le nombre de grains est augmenté par l'engrais. Mais les augmentations des branches et des grains sont rétrogradées environ 20 jours avant l'épiaison. Le degré de maintien du nombre de grain dépend de la teneur en nutriments du riz et des conditions climatiques pendant cette période. Si le riz a suffisamment de nutriments pendant cette période, le nombre de grains est maintenu.

L'engrais doit être appliqué en tenant compte du mécanisme ci-dessus. Pour augmenter le nombre de grains, il faut appliquer de l'engrais (Fumure de couverture Option 1, Figure 5-59) 30 à 20 jours avant l'épiaison. En revanche l'application d'engrais pendant cette période augmente l'élongation des 4^e et 5^e entre-nœuds et le développement des feuilles supérieures, ce qui provoque la verse (Figures 5-59, 5-60).

D'autre part, l'application d'engrais après la fin de l'élongation des 4^e et 5^e entre-nœuds (Fumure de couverture Option 2, Figure 5-59) n'affecte pas l'élongation autant que dans les 20 jours avant l'épiaison, et l'engrais appliqué maintient le nombre de grains (Figure 5-61).

En ce qui concerne le risque de verse, la Fumure de couverture Option 2 est recommandée. Mais si les feuilles deviennent vert-clair au stade reproductif, il vaut mieux appliquer de l'engrais environ 30 jours avant l'épiaison pour augmenter le nombre de grains. Dans ce cas, le riz peut ne pas verser suite à l'application d'engrais, à cause de sa faible croissance.

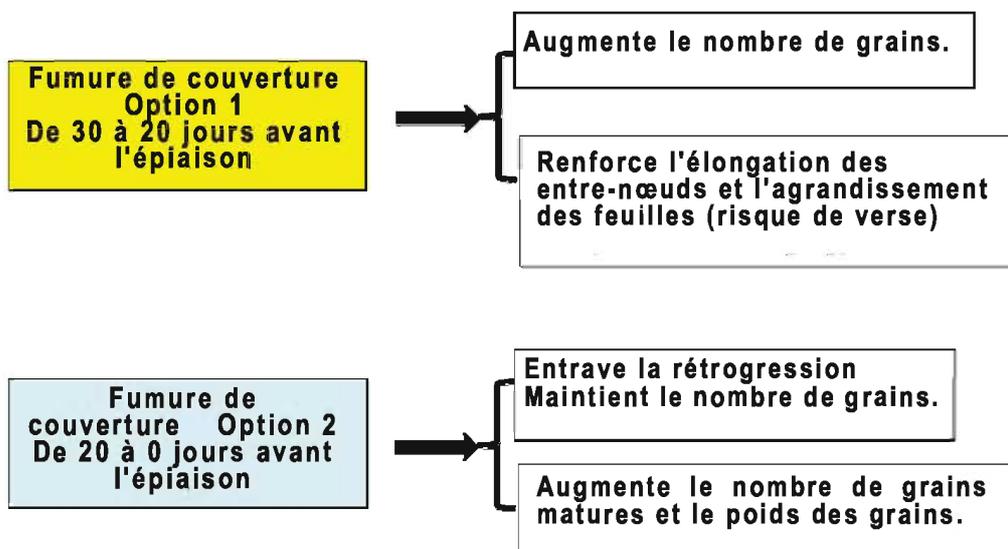


Figure 5-61 Moment approprié pour l'application de l'engrais

(v) Procédure (pour une variété de 120 jours)

- (a) Irriguer le champ et maintenir une lame d'eau de 5 à 10 cm de profondeur 30 jours avant l'épiaison (60 jours après le semis).
- (b) En cas de faible croissance : appliquer du sulfate d'ammonium ou de l'urée 30 jours avant l'épiaison (de 10 à 30 kg (N) /ha) (Figure 5-62).
- (c) En cas de croissance normale : appliquer du sulfate d'ammonium ou de l'urée de 20 à 0 jours avant l'épiaison (de 10 à 30 kg (N) /ha) (Figure 5-62).
- (d) Appliquer un fongicide de cinq à zéro jours avant l'épiaison pour éviter l'helminthosporiose et la pyriculariose du riz au stade de maturation.

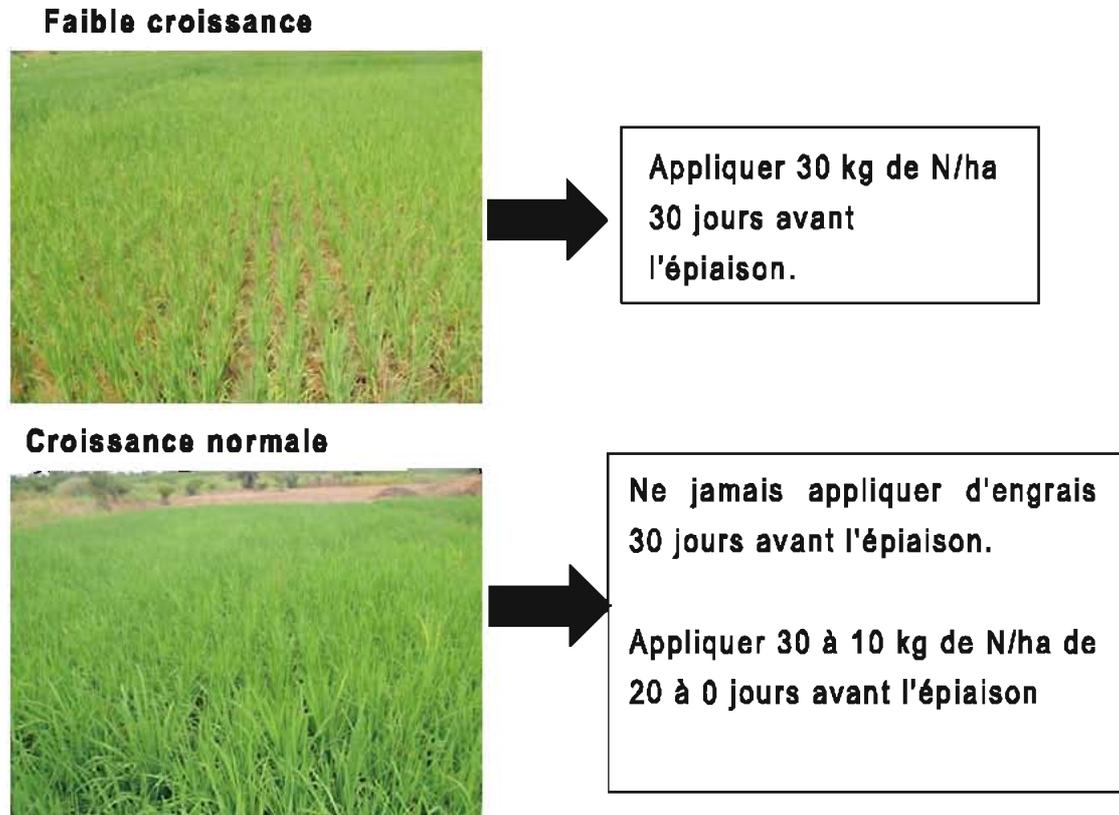


Figure 5-62 Moment approprié pour l'application de l'engrais en cas de faible croissance et de croissance normale

(Note de bas de page)

(i) Pratique réelle pour les variétés Jasmine et Sikamo

Les dates d'épiaison de Jasmine et Sikamo sont respectivement de 94 jours et 103 jours après les semis dans le champ de l'agriculteur. Cependant, l'état pendant le stade végétatif affecte la date d'épiaison. Le manque d'eau ou de nutriments pendant ce stade engendre un retard de la date d'épiaison (Figures 5-63, 5-64). Pour les agriculteurs, il est donc difficile de prévoir la date d'épiaison et de choisir le moment d'application de l'engrais. La Figure 5-66 indique le diagramme de taux d'épiaison après le semis des variétés Jasmine et Sikamo. Elle montre qu'il faut environ 2 semaines à partir du début de l'épiaison pour atteindre 80 % d'épiaison, ce qui signifie que la date d'épiaison de

quelques plants de riz devient un repère pour l'application de l'engrais (Figure 5-66).

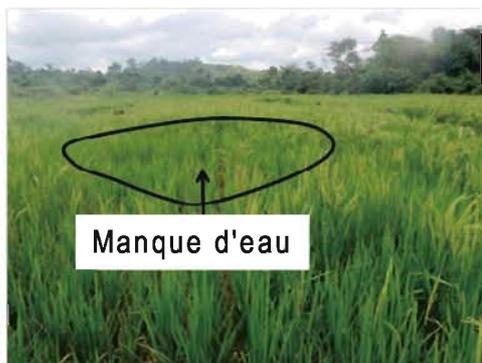


Figure 5-63 Le manque d'eau engendre un retard de l'épiaison

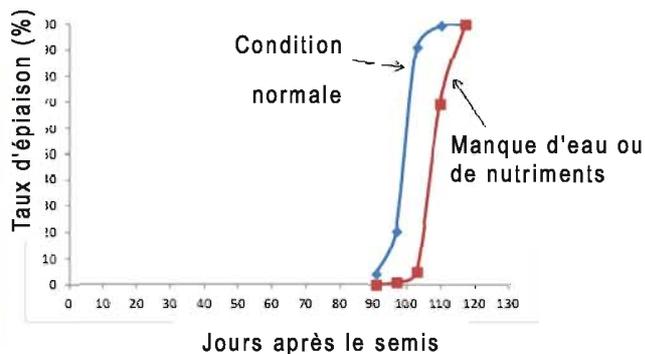


Figure 5-64 Le manque d'eau engendre un retard d'environ 10 jours de l'épiaison

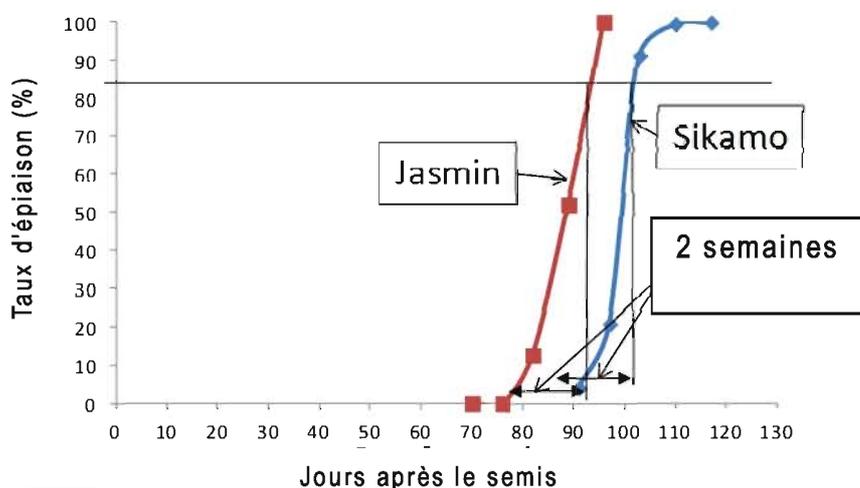


Figure 5-65 Diagramme du taux d'épiaison des variétés Jasmine et Sikamo

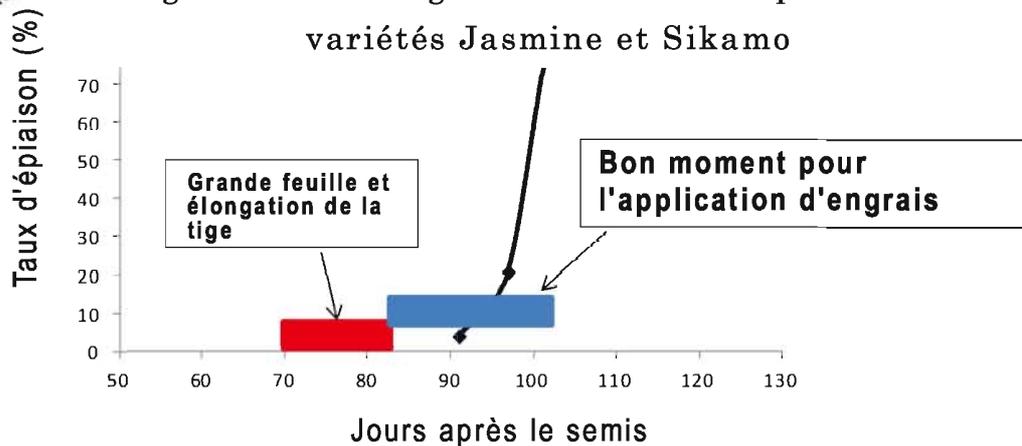


Figure 5-66 La date d'épiaison de quelques plants de riz devient une repère pour choisir le moment d'application de l'engrais

(ii) Équivalences entre les engrais

- (a) Le sulfate d'ammonium contient 21 % d'azote. Dans le cas de 30 kg d'azote, 30 kg d'azote à l'ha correspondent à 143 kg de sulfate d'ammonium à l'ha ($30 \text{ kg} : 0,21$).
- (b) L'urée contient 45 % d'azote. Dans le cas de 30 kg d'azote, 30 kg d'azote à l'ha correspondent à 67 kg d'urée à l'ha ($30 \text{ kg} : 0,45$).

5.6 Stade de maturation

Le stade de maturation va de la floraison à la récolte. Pendant les stades végétatifs et reproductifs, le nombre et la taille de grains (collecteurs) sont produits, et à l'intérieur, les grains sont remplis de glucides (source) pendant le stade de maturation. À titre d'exemple, les stades végétatifs et reproductifs sont comme la fabrication du bol, et le stade de maturation le remplissage du bol préparé avec de la soupe (Figure 5-67). Pour obtenir une production élevée, le bol doit être grand, et il doit être rempli de suffisamment de soupe.

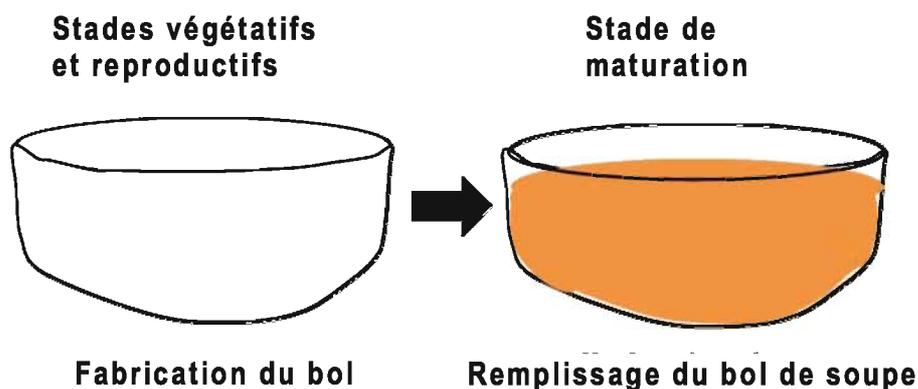


Figure 5-67 Exemple simple de la relation entre contenant et source

La préoccupation devrait être comment remplir le grain de glucide au stade de maturation. La source de glucides dans le grain provient de l'hydrate de carbone stocké dans les feuilles et la tige, et de l'activité photosynthétique pendant le stade de maturation (Figure 5-68). Aussi, la photosynthèse est-elle très importante pour le remplissage du grain pendant le stade de maturation. Les principaux glucides des grains sont principalement produits par les feuilles supérieures (feuille paniculaire, 2^e et 3^e feuilles plus jeunes). D'autre part, les glucides principaux pour les racines sont produits dans les feuilles inférieures. Les nutriments des racines sont nécessaires pour maintenir une capacité élevée de photosynthèse dans les feuilles supérieures.

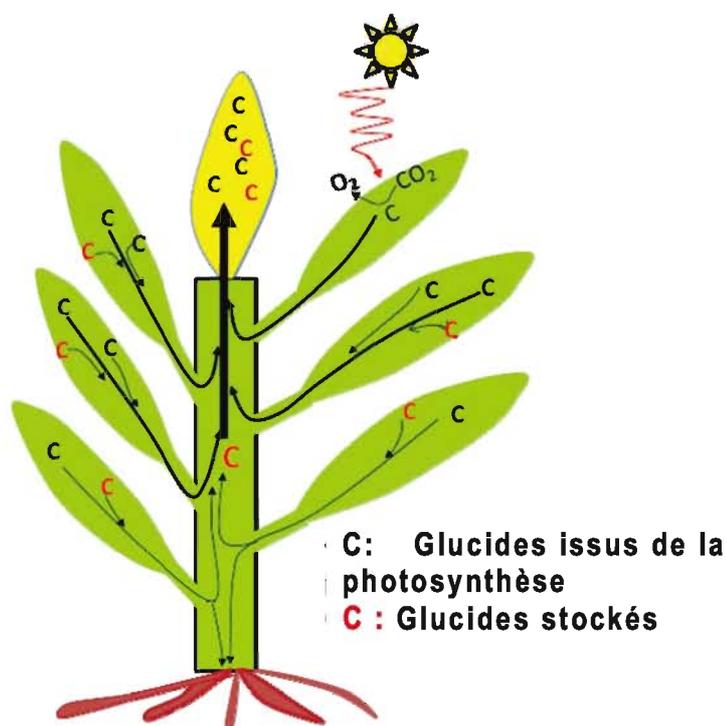


Figure 5-68 Sources de glucides pour le grain

5.6.1 Photosynthèse pendant le stade de maturation

Les facteurs importants pour la photosynthèse sont l'énergie solaire et l'eau (*Voir 5.1*).

Au stade de maturation, le riz a beaucoup de feuilles qui se chevauchent les unes les autres. La préoccupation doit être la structure du couvert végétal pour une activité photosynthétique élevée. Au stade de maturation, la structure du couvert végétal est déjà établie. Aussi, sa gestion est importante, comme indiqué en 6-2. La Figure 5-69 montre la structure du couvert végétal idéale au Japon. (Le rendement est d'environ 7 t à l'ha.)



Figure 5-69 Structure du couvert végétal idéal au stade d'épiaison

Photo prise à Tsukuba, Japon.

5.6.2 Activité racinaire

Après la floraison, les racines vieillissent rapidement. En particulier, l'activité racinaire tombe à des niveaux très bas dans un champ mal drainé, à cause du manque d'oxygène. Pour maintenir l'activité racinaire, le sol doit contenir suffisamment d'oxygène. La profondeur de la lame d'eau doit être de 1 cm pendant 20 jours (le grain est rempli de glucides 20 jours après la floraison.)

5.6.3 Lutte contre les oiseaux

Le problème le plus sérieux à ce stade reste les dégâts causés par les oiseaux. En particulier, les dégâts sont

plus graves en saison sèche qu'en saison des pluies car les oiseaux migrent du Nord vers le Sud en saison sèche à la recherche de nourriture.

Les oiseaux arrivent à l'aube et disparaissent au crépuscule. Il faut donc chasser les oiseaux de l'aube au crépuscule. Des filets sont recommandés pour protéger les cultures des oiseaux.

5.6.4 Protection contre les maladies

À ce stade, le riz est endommagé par de nombreuses maladies.

(a) Helminthosporiose (Figure 5-70)

Cette maladie apparaît sur le riz poussant avec peu de nutriments (sol sablonneux et graveleux). En particulier, le manque de potassium renforce la maladie.

(Protection)

L'engrais N.P.K. doit être appliqué de manière fractionnée. Si une grande quantité d'engrais est appliquée en une fois, la plus grande partie des nutriments sera lessivée avec la terre arable, parce que le sol sablonneux ou graveleux ne peut pas retenir les nutriments (*Voir 5.1*). Le fongicide est appliqué cinq à zéro jours avant l'épiaison.

(b) La pyriculariose (Figure 5-71)

Cette maladie apparaît sur le riz contenant trop d'azote. Quand trop d'engrais est utilisé, le riz a de grandes feuilles, et la structure du couvert végétal devient très dense. Cette maladie a tendance à apparaître dans ce cas.

(Protection)

Les semences doivent être traitées au fongicide avant le traitement de pré-germination. Une quantité appropriée d'engrais doit être appliquée. Un fongicide est appliqué zéro à cinq jours avant l'épiaison.

(c) Charbon des grains (Figure 5-72) et Faux charbon (Figure 5-73)

Une forte humidité provoque ces maladies. Quand la structure du couvert végétal est très dense, le vent ne peut pas pénétrer, ce qui induit une forte humidité.

(Protection)

Une quantité appropriée d'engrais doit être appliquée pour maintenir la structure idéale du couvert végétal. Un fongicide est appliqué zéro à cinq jours avant l'épiaison. Passer du fongicide quand beaucoup de grains sont couverts de poudre noire.



Figure 5-70 Helminthosporiose (droite et gauche)



Figure 5-71 Pyriculariose (droite et gauche) Source: Dr. E. Moses (CRI)



Figure 5-72 Charbon des grains

Figure 5-73 Faux charbon Source: Dr. E Moses (CRI)

(Note de bas de page)

Dans le cas de sol sablonneux ou graveleux, il vaut mieux appliquer un engrais N.P.K. (environ 5 à 10 kg à l'ha) et du fongicide juste après la floraison pour prévenir l'helminthosporiose.

5-7. Récolte

Le moment approprié pour la récolte est entre 30 et 42 jours après la floraison pendant la saison des pluies et entre 28 et 34 jours après la floraison en saison sèche, quand environ 80 % de la paille et des grains sur la panicule deviennent jaunes. Une récolte précoce résulte en une augmentation du nombre de grains immatures. Une récolte tardive augmente la perte de grains due au séchage excessif. Le grain trop séché est de mauvaise qualité et plus fragile.

Le moment adapté pour la récolte arrive lorsque les grains ont 20 % – 25 % d'humidité.

Le champ doit être drainé de 1 à 2 semaines avant la récolte. Le riz récolté doit immédiatement être transporté à un emplacement de séchage (Figure 5-74).



Figure 5-74 Récolte du riz

5-8. Post-récolte

5.8.1 Battage

Dans ce processus, le grain est séparé de la panicule, Les méthodes suivantes de battage sont communément employées.

(i) Battage manuel

(a) Battage

La panicule est frappée contre un cadre en bois, un tonneau vide, un tronc d'arbre ou autre objet pour séparer les grains.



Figure 5-75 Battage

(b) Battage du riz avec un bâton

Le riz récolté est répandu sur une bâche en plastique solide, et frappé avec un bâton.

(ii) Batteur à pédale et batteuse (Figure 5-76)

Cette méthode, où une machine opère par rotation d'un tambour câblé, permet d'avoir moins de grains broyés et moins de dégâts que par battage manuel. De plus, moins d'opérateurs sont requis. Le risque de graves blessures est plus grand, et les opérateurs doivent veiller à ce que leurs bras ne soient pas happés par la machine. Les racines de la paille doivent être fermement saisies pour permettre à la panicule d'arriver au tambour. La tige du riz coupé doit être la plus longue possible pour cette méthode, parce que le riz à tige courte est difficile à battre. Le battage doit être fait sur une bâche en

plastique pour réduire les pertes de semences et augmenter la qualité du riz en évitant le mélange de pierres ou de terre.



Figure 5-76 Batteuse

5.8.2 Vannage

Dans cette méthode, le grain, le grain non mûr et la poussière sont séparés. Le grain est placé sur un tamis agité et le vent permet de lentement séparer les particules indésirables. Ce processus doit être réalisé sur une bâche en plastique pour éviter le mélange de sable et de poussières. Les éléments de grande taille, tels que les pierres, doivent être retirés manuellement avant le vannage parce qu'ils gêneront le processus.

5.8.3 Séchage

Le grain récolté a une teneur d'humidité de 20 à 25 %, qui doit être réduite à environ 14 % pour être décortiqué et stocké (Tableau 5-6). Le séchage est une procédure cruciale. Le grain pas assez sec a plus tendance à se briser pendant le processus de décortiquage et est sensible aux maladies et aux insectes nuisibles. Le séchage excessif provoque aussi un taux de brisure élevé pendant

le décorticage. Le séchage adéquat du grain au soleil est un processus lent.

En cas de séchage au soleil, le séchage doit commencer de 12 heures à 24 heures après la récolte.

En général, deux méthodes de séchage au soleil sont utilisées. Dans la première, le riz récolté est placé en gerbes et séché sur le champ pendant plusieurs jours, le temps de séchage dépendant du climat, des pratiques locales et de la disponibilité de la batteuse. Dans la seconde méthode, immédiatement après le battage, les grains humides sont répandus sur le sol ou une bâche en plastique de 2 à 4 cm d'épaisseur et séchés pendant 2 à 3 jours. Toutes les pierres et la poussière doivent être préalablement éliminées de l'aire de séchage. Comme le séchage rapide crée un taux de brisure plus élevé au décorticage, le grain doit être retourné toutes les 30 minutes pour assurer un séchage uniforme.

Tableau 5-6 Teneur en humidité appropriée du grain pour différents processus

Processus	Taux d'humidité des grains	Précautions
Récolte	20 - 25	Le séchage excessif augmente la probabilité de panicules tombées.
Battage mécanique	20 - 25	
Battage manuel	< 20	
Décorticage	14	La teneur en humidité inadaptée provoque des brisures.
Stockage	13 - 14	Stocker sous forme non décortiquée pendant plusieurs mois à 1 an.
	< 9	Stocker sous forme de grains pour la consommation alimentaire pendant plus d'1 an.

5.8.4 Stockage

Les grains et les grains décortiqués doivent être stockés dans des sacs séparés à un endroit frais et sombre. Les sacs contenant les grains doivent être placés sur des palettes pour assurer une meilleure ventilation et éviter les insectes nuisibles et la pourriture. La teneur en humidité détermine les périodes de stockage et d'utilisation. Les grains à teneur en humidité de 14 % peuvent être stockés plusieurs mois. Toutefois, des problèmes inhérents incluent la croissance de moisissures et d'insectes, outre la perte de poids due à la respiration. Bien que le grain à teneur en humidité de 13 % peut être stocké environ un an, le problème des insectes subsiste.

5.9 Problèmes de base de la riziculture

Les agents de vulgarisation sont confrontés à de nombreux problèmes pour la riziculture. Les principaux problèmes sont le sol, l'eau, le motoculteur, les maladies et le faible rendement.

5.9.1 Contraintes relatives au sol

Certaines parties du champ ou tout le champ sont un sol sablonneux ou graveleux, qui ne peut pas retenir les nutriments.

La Figure 5-77 indique une faible croissance du riz à cause du problème du sol. La couche arable est d'environ 10 cm et le sous-sol est du gravier. La Figure 5-78 montre le sol sablonneux. Le riz pousse mal sur ces deux types de sol. Même si des engrais sont appliqués, la plupart des nutriments seront lessivés de la couche arable, à cause du faible CEC. Mais un engrais moins efficace entrave la croissance du riz (Figure 5-79).

L'helminthosporiose attaque les plants de riz dans ces sols (Figure 5-80) à cause du manque de potassium (Figure 5-81).

Ces sols peuvent être améliorés par application de

matières organiques, de bio-char ou de sol argileux. Comme mesure d'urgence, l'application d'engrais est pratiquée en plusieurs fois, pas une. La Figure 5-82 donne un exemple de l'application d'engrais sur un sol à problème.

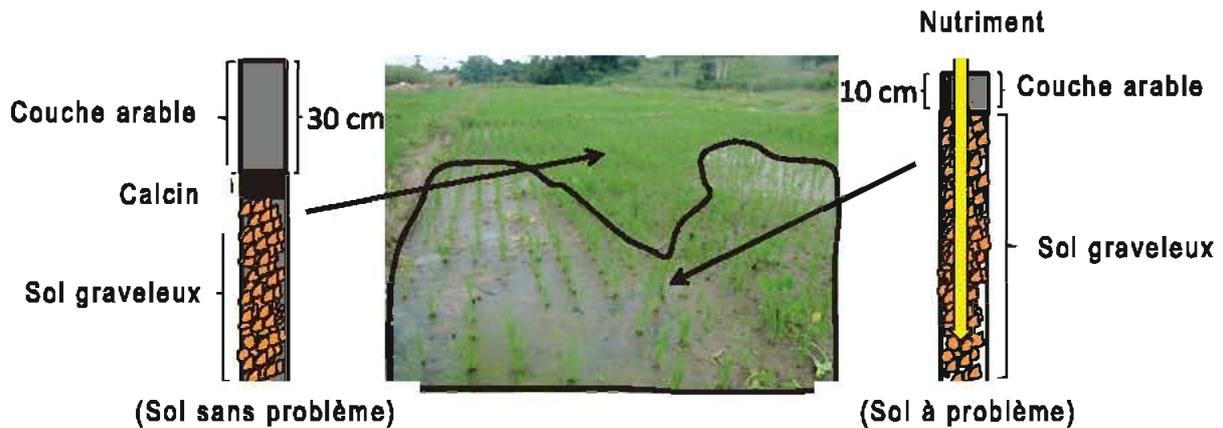


Figure 5-77 Sol graveleux

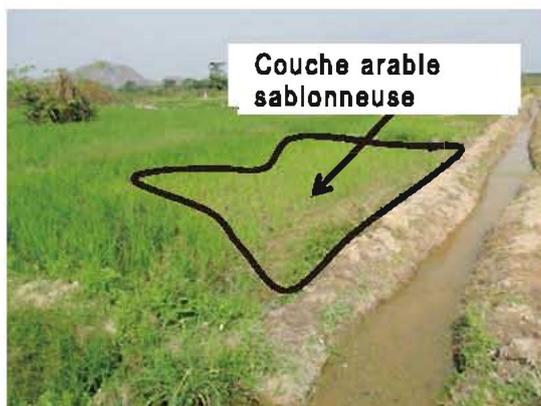


Figure 5-78 Sol sablonneux

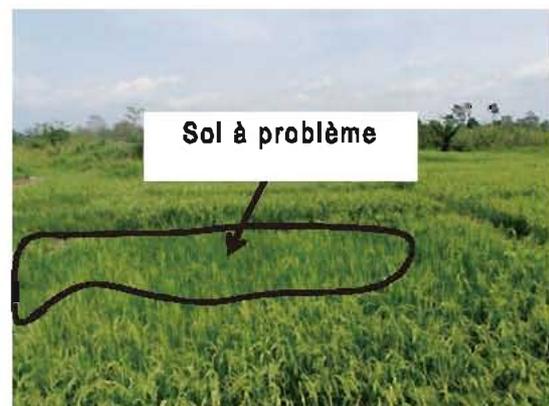


Figure 5-79 Engrais moins effectif dans le problème de sol

Helminthosporiose dans le sol à problème



Figure 5-80 Les plants de riz sont attaqués par l'heminthosporiose



Figure 5-81 Symptômes de carence en potassium (les feuilles anciennes deviennent brun jaunâtre)

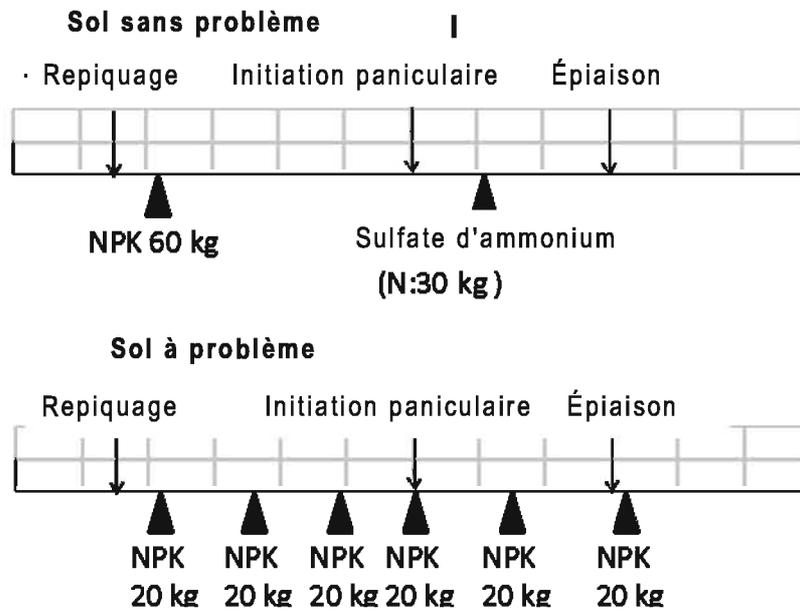


Figure 5-82 Exemple de moment d'application d'engrais pour un sol à problème. La quantité d'engrais indiquée est à l'ha.

5.9.2 Contrainte relative à l'eau

Parfois, l'eau peut ne pas être fournie dans toutes les zones du champ de l'agriculteur, par exemple un champ situé à un niveau plus haut que le canal (Figure 5-83). À un tel endroit, l'eau ne peut pas être fournie par gravitation. Il faut donc utiliser une motopompe pour irriguer, ce qui est coûteux. L'irrigation efficace par des pompes doit être considérée.

Pour l'irrigation par pompes, l'eau est fournie une fois tous les trois ou cinq jours selon le type de sol. Si le sol est sablonneux, l'irrigation doit être faite une fois tous les trois jours. Si la partie plus haute est importante, l'irrigation par rotation est recommandée (Figure 5-84).

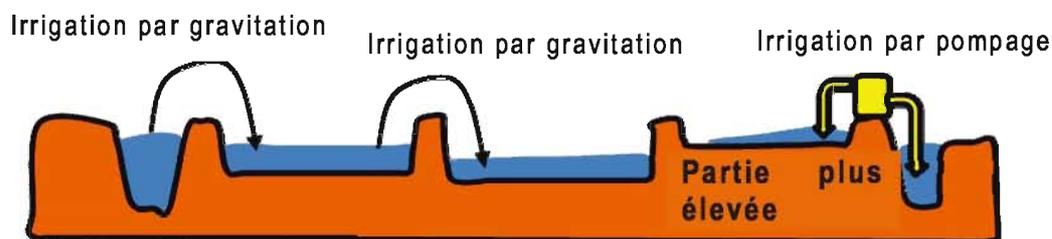


Figure 5-83 Irrigation du champ plus élevé que le canal par motopompe

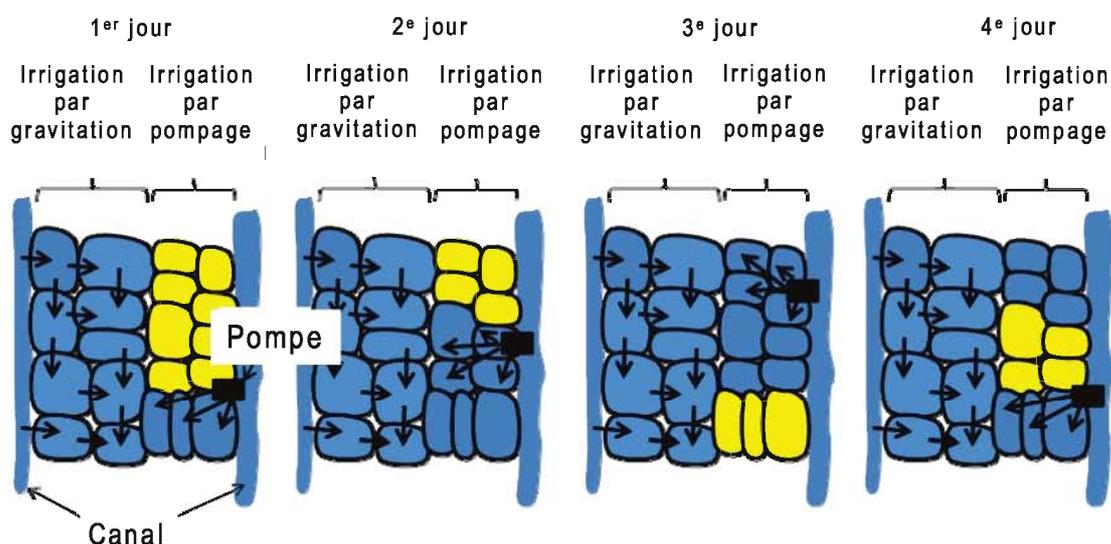


Figure 5-84 Irrigation par rotation

5.9.3 Contrainte relative au faible rendement

Un rendement faible inattendu survient souvent sur le champ de l'agriculteur. Les agents de vulgarisation doivent aider à résoudre les problèmes et donner des conseils aux agriculteurs pour la campagne suivante.

(i) Comment résoudre les problèmes

Pour résoudre les problèmes de rendement, il faut considérer la composante rendement. La Figure 5-85 indique la corrélation entre la composante rendement et les facteurs induisant de faibles rendements.

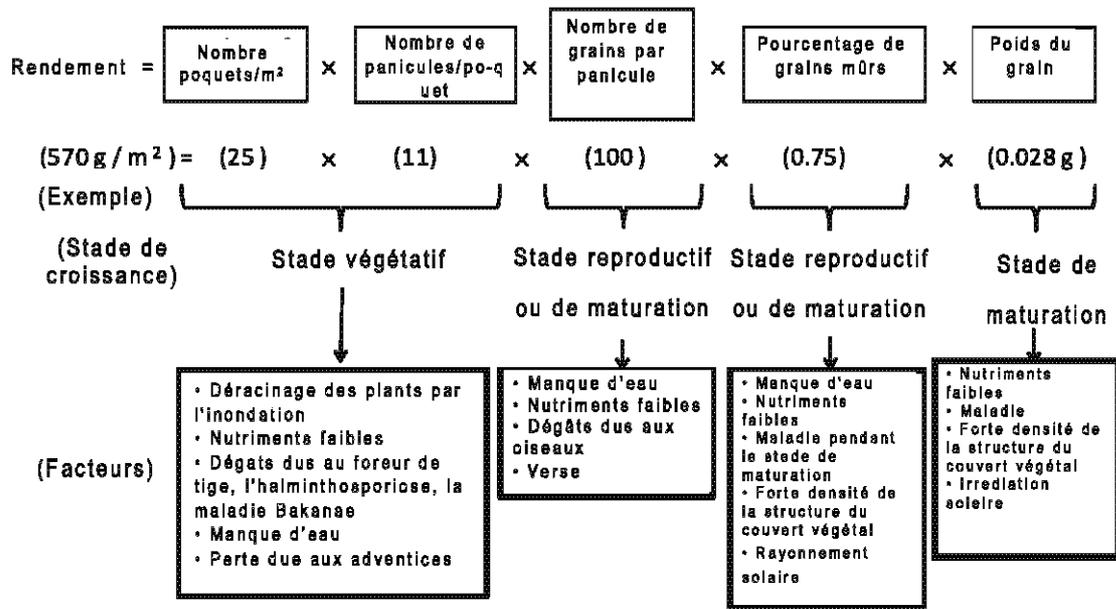
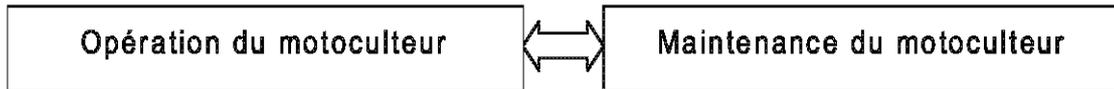


Figure 5-85 Relation entre la composante rendement et les facteurs induisant un faible rendement (L'exemple est de 5,7 t à l'ha de la variété Sikamo ou Jasmine.)

6. Motoculteur

La relation entre l'opération et la maintenance du motoculteur est comme suit.



6.1 Avantages de l'emploi du motoculteur pour la riziculture

L'utilisation efficace du motoculteur est souhaitable pour réduire la main-d'œuvre, améliorer l'efficacité du travail, et augmenter le rendement de la culture. Mais une utilisation incorrecte réduit l'efficacité du travail et augmente les coûts de maintenance.

Les points à considérer pour l'utilisation et la maintenance correcte des motoculteurs afin de réduire les dépenses de maintenance sont résumés ci-dessous.

6.2 Opération du motoculteur

Le motoculteur est une machine agricole utilisée pour le labour, la mise en boue et le planage du sol. Le motoculteur doit être utilisé pour les opérations difficiles associées à la mise en place de cultures sur de nouveaux terrains. Il est souhaitable de l'utiliser pour préparer des champs inondés.

6.2.1 Embrayage

L'embrayage est la partie la plus endommagée sur le motoculteur, à cause de la force excessive exercée dessus par beaucoup d'opérateurs (agriculteurs). Les précautions suivantes doivent donc être prises pour éviter d'endommager l'embrayage.

- (i) Il est important de vérifier que l'embrayage est en position neutre avant de démarrer le motoculteur.
- (ii) La tension du fil de l'embrayage doit être contrôlée avant d'opérer le motoculteur.
- (iii) Le fil de l'embrayage se desserre du fait d'un usage continu, aussi il doit être réglé avec un ajusteur d'embrayage pour assurer le blocage correct.

- (iv) La troisième vitesse de l'embrayage principal permet une vitesse maximale, aussi faut-il faire attention pendant la préparation de la terre.
- (v) L'opération sur des surfaces sèches exige des vitesses d'embrayage plus faibles.
- (vi) L'embrayage doit être désengagé après chaque emploi.

6.2.2 Dents rotatives

Les dents rotatives sont endommagées le plus souvent par une opération de force. Il est donc recommandé d'utiliser la machine sur un terrain humide. Le moteur doit être coupé avant le retrait de l'herbe coincée dans les dents rotatives.

6.2.3 Filtre à huile

Le filtre à huile se détériore rapidement si de l'huile inadaptée est utilisée; aussi, seulement l'huile recommandée par le fabricant doit-elle être utilisée.

6.2.4 Épurateur d'air

La poussière aspirée dans l'épurateur d'air adhère à l'élément et réduit la puissance du moteur quand elle s'accumule. Aussi, il faut toujours vérifier et nettoyer l'épurateur d'air.

6.2.5 Pales du radiateur

Quand le radiateur devient sale, la capacité de refroidissement est réduite et provoque la surchauffe du moteur. Toujours s'assurer que les pales sont propres pour éviter la surchauffe.

6.2.6 Précautions pendant l'opération du motoculteur

Les points suivants doivent être notés attentivement pendant l'opération du motoculteur.

(i) État du sol

Les accessoires du motoculteur doivent être sélectionnés

selon l'état du sol pour un fonctionnement efficace pendant la préparation du sol de la rizière. L'emploi du motoculteur doit être évité sur un sol dur, car l'emploi de la force dans cette situation pourrait endommager la machine.

(ii) Accessoires

Les accessoires adaptés doivent être sélectionnés selon le type de motoculteur. Les dents rotatives d'un motoculteur doivent être contrôlées avant et après les opérations.

6.2.7 Précautions avant le démarrage du motoculteur

Les points suivants doivent être observés :

- (i) Inspection du motoculteur avant l'opération
- (ii) Confirmation de l'état et de la quantité de carburant, et de l'état des dents rotatives
- (iii) Inspection et maintenance du motoculteur sur une surface plate et sèche
- (iv) Lavage régulier du motoculteur après chaque emploi

6.3 Maintenance du motoculteur

Les objectifs de l'inspection et de la maintenance sont : (i) de prévenir les accidents, (ii) d'opérer le motoculteur dans un état parfait, et (iii) d'assurer une longue vie de service de la machine.

La Figure 6-1 illustre le nombre et la fréquence des réparations rapportés en un an pendant les projets de culture à Sokwae, Nsutem, Kodadwen et Barniekrom.

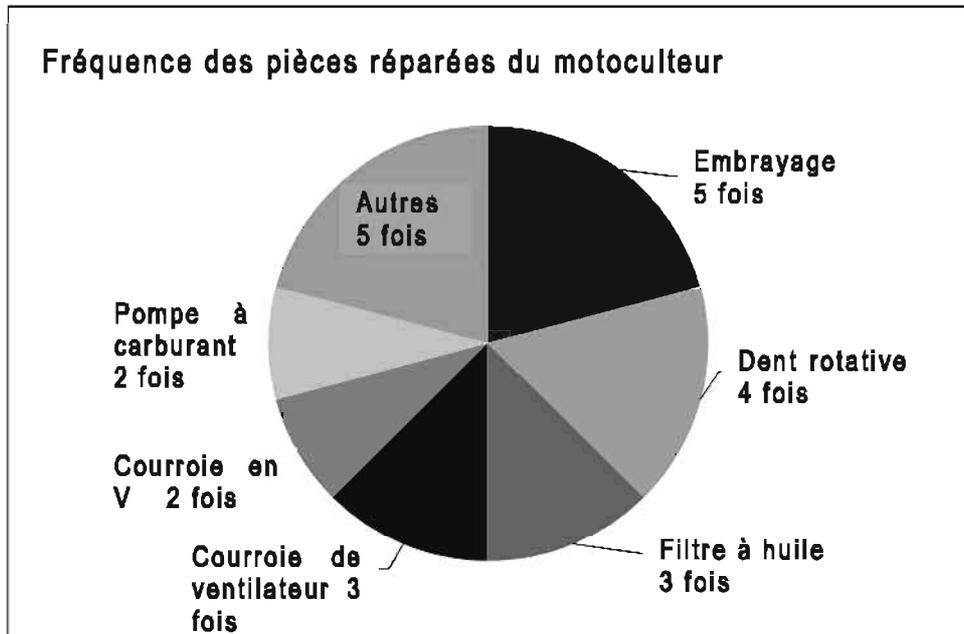
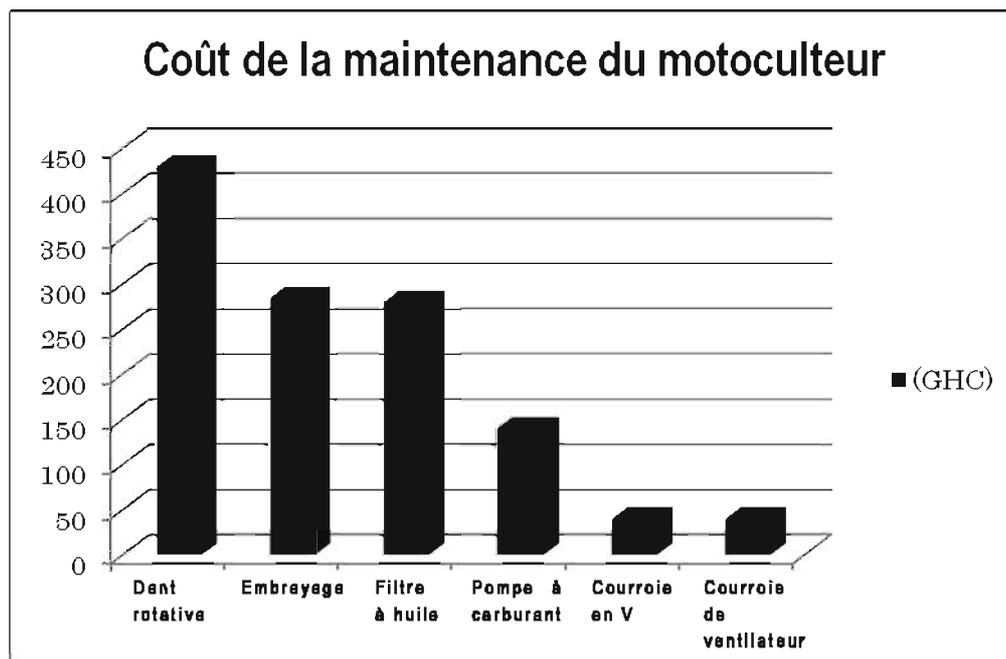


Figure 6-1 Nombre et fréquence des accidents rapportés en un an pendant les projets de culture à Sokwae, Nsutem, Kodadwen et Barniekrom

La figure 6-2 illustre les coûts de la maintenance pour chaque partie.



Ces deux figures indiquent que l'embrayage, les dents rotatives et le filtre à huile sont problématiques et exigent une maintenance chère. Les méthodes d'opération et de maintenance employées pour faire face aux problèmes associés à l'emploi des composantes indiquées ci-dessus sont abordées dans la section suivante. Le manuel joint pour le motoculteur indique les opérations générales et les paramètres opérationnels de la machine.

Il est souhaitable d'établir une association de gestion pour la maintenance efficace du motoculteur. Les utilisateurs doivent s'inscrire à cette association, et des frais d'utilisation doivent être encaissés pour les réparations et la maintenance. L'association doit avoir ses règles et un règlement pour l'emploi et la maintenance du motoculteur. De plus, la transparence de la gestion du fonds doit être encouragée. L'association doit être gérée conformément aux objectifs définis au point 3.

6.4 Usage commun du motoculteur par des organisations d'agriculteurs

- (i) Désigner la personne en charge de l'organisation.
- (ii) Établir des règles pour l'emploi du motoculteur.
- (iii) Encaisser des frais d'utilisation.
- (iv) Le motoculteur doit être réparé rapidement s'il tombe en panne.
- (v) Les membres de l'association doivent avoir un accès égal au motoculteur.

ANNEXE I : Guide pratique pour la riziculture

- (1) Préparation des semences :
40 kg à l'ha
- (2) Préparation de l'engrais
 - (i) Pour 60 kg à l'ha de N, P, K, 400 kg de $N_{15}P_{15}K_{15}$ doit être appliqué.
Pour 30 kg à l'ha de N, 143 kg de sulfate d'ammonium ou 67 kg d'urée doit être appliqué.
 - (ii) Programme d'application des engrais (Figure i-1)

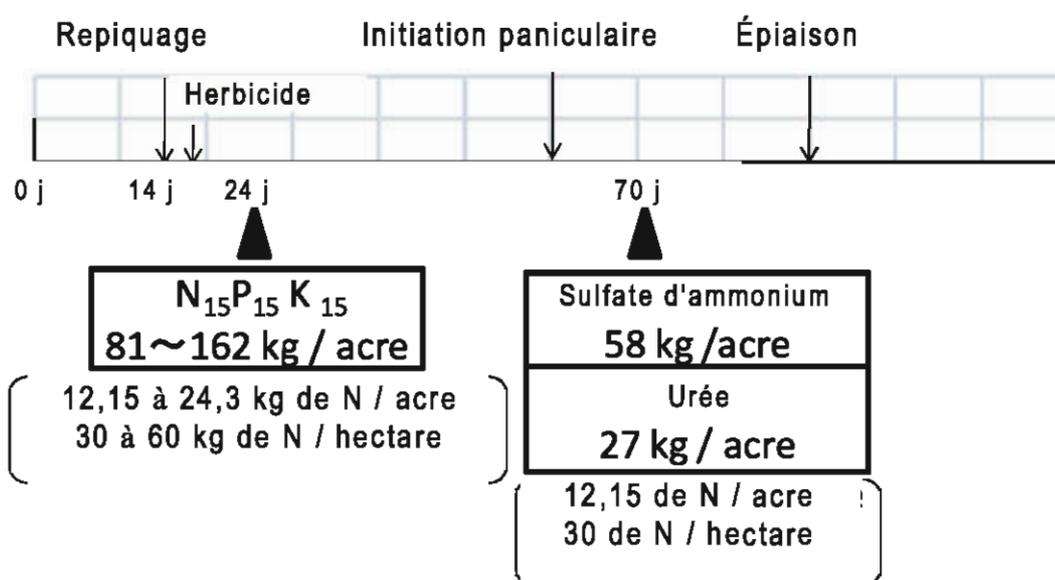


Figure i-1 Programme d'application des engrais

- (3) Gestion de l'eau (Figure i-2)

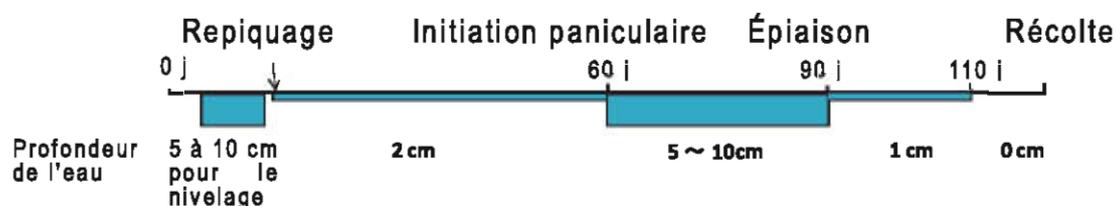


Figure i-2 Besoins en eau

(4) Gestion des adventices (Figure i-3)

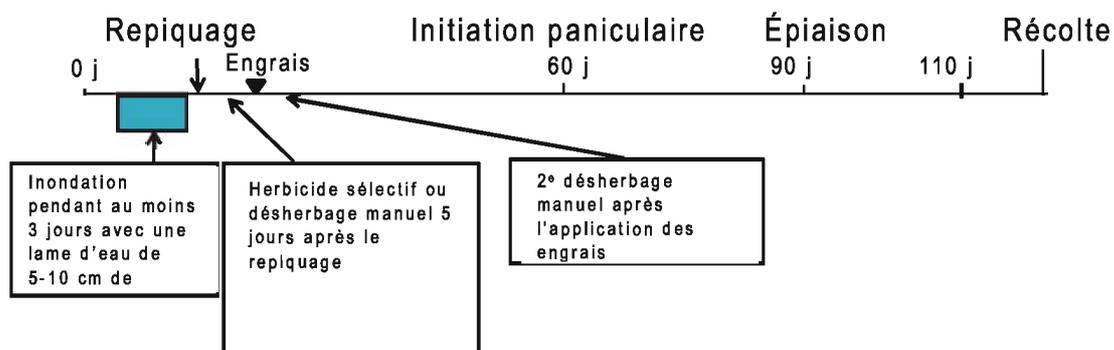


Figure i-3 Diagramme de gestion des adventices

(5) Gestion des maladies et des insectes nuisibles (Figure i-4)

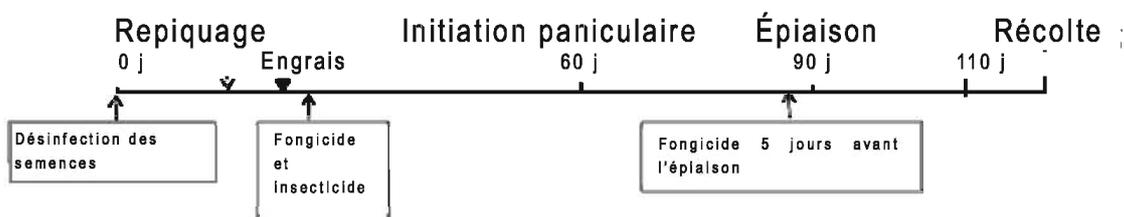


Figure i-4 Diagramme de gestion des maladies et insectes nuisibles

ANNEXE II: Accord de location de terrain

ACCORD DE LOCATION DE TERRAIN POUR LE « DÉVELOPPEMENT D'INFRASTRUCTURES ET DE TECHNIQUES AMÉLIORÉES DE PRODUCTION DU RIZ »

Ceci est un accord de location pour le développement d'infrastructures et de techniques améliorées de production de riz, pour les riziculteurs de Nsutem, une ville du district Ahafo Ano Sud, région d'Ashanti, Ghana.

Il s'agit d'un accord pour une période de ... ans, couvrant une surface de ... acres, à compter de la campagne rizicole 2009. Les bas-fonds fournis par le propriétaire terrien (nom indiqué ci-dessous) au riziculteur (nom indiqué ci-dessous) doivent premièrement être utilisées pour la production de riz pendant la période de l'accord. L'agriculteur versera un montant annuel de ... ou son équivalent en nature, au propriétaire terrien à titre de loyer, montant qui pourra être soumis à révision seulement à la fin de la période de l'accord.

PROPRIÉTAIRE TERRIEN

Nom :

Signature :

Date :

AGRICULTEUR :

Nom :

Signature :

Date :

TÉMOIN :

Nom :

Signature :

Date :

TÉMOIN :

Nom :

Signature :

Date :

ANNEXE III: Accord de location du motoculteur

ACCORD POUR LE MOTOCULTEUR

LOCATION PAR JIRCAS D'UN MONOCULTEUR YANMAR DIESEL YZC-D (11,0 CV) AU GROUPE D'AGRICULTEURS DANS LE CADRE DU PROJET DE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉTUDE SUR LE RIZ RÉALISÉ PAR JIRCAS, LE BUREAU RÉGIONAL DU MINISTÈRE DE L'ALIMENTATION ET DE L'AGRICULTURE (MOFA) DU DISTRICT D'ATWIMA NWABIAGYA

1. JIRCAS (ci-après désigné « le prêteur ») représenté par M. Kofi Kankam – Coordinateur – accepte de louer un motoculteur Yanmar Diesel YZC-D (11,0 CV) avec accessoires au Groupe d'agriculteurs dans le cadre du Projet d'étude du développement rizicole de JIRCAS, du ministère de l'Alimentation et de l'Agriculture (*Ministry of Food & Agriculture (MoFA)*) dans le district d'Atwima Nwabiagya et les personnes qui représentent ce groupe sont le président et le secrétaire du groupe.

Le tableau ci-dessous indique le type d'équipement, la marque, les accessoires et les quantités.

N°	ÉQUIPEMENT	QUANTITÉ	MAR-QUE	ACCESSOIRES	QUANTITÉ
1.	Motoculteur	1	Yanmar YZC – D (11,0 CV)	- Dents rotatives - Clé à vis - Tournevis	1 2 1

2. L'emprunteur accepte d'utiliser l'équipement ci-dessus et ses accessoires correctement et uniquement pour le Projet d'étude du développement rizicole de JIRCAS.
3. Si l'équipement ci-dessus ou l'un de ses accessoires est/sont cassés, l'emprunteur aura la responsabilité de les réparer le plus tôt possible.
4. L'emprunteur prend la pleine responsabilité de l'équipement et de ses accessoires en cas d'accident.
5. Les droits de propriété de l'équipement et de ses accessoires listés ci-dessus appartiennent à JIRCAS.
6. Le prêteur informera l'emprunteur un (1) mois avant la date de fin du présent accord.
7. L'emprunteur assurera le retour à JIRCAS de tous les équipements et accessoires listés ci-dessus en parfait état à la fin du présent accord.

Pour le JIRCAS

Nom : M. Kofi Kankam

Poste : Coordinateur

Date:

Signature:

Pour le groupe d'agriculteurs

Nom du site :Sokwae A, B, & C

Nom :

Poste : Président du groupe d'agriculteurs

Date:

Signature:

Nom :

Poste: Secrétaire du groupe d'agriculteurs

Date:

Signature:

Nom :

**Poste: Responsable de la vulgarisation
(MOFA)**

Date:

Signature:

ANNEXE IV: État actuel et perspectives de la production rizicole au Ghana

ÉTAT ACTUEL ET PERSPECTIVES DE LA PRODUCTION RIZICOLE AU GHANA PRÉSENTÉ PAR KWAKU NICOL DIRECTEUR AGRICOLE DE *CROP SERVICES*

1.0 CONTEXTE

Le riz est devenu l'aliment de base le plus important après le maïs au Ghana, et sa consommation continue à augmenter subséquemment à la croissance démographique, à l'urbanisation et au changement des habitudes des consommateurs. Entre 1996 et 2005, la production de paddy se situait entre 200 000 et 280 000 tonnes (130 000 à 182 000 tonnes de riz blanchi), mais avec des fluctuations annuelles importantes. Les fluctuations de la production annuelle sont largement dues à la surface (ha) où le riz est cultivé, plutôt qu'à des variations de rendement (t/ha). Le riz est cultivé au Ghana à la fois comme culture vivrière et culture de rente.

La consommation totale de riz au Ghana en 2003 a atteint environ 500 000 tonnes (JICA, 2007), avec une consommation annuelle par habitant de 22 kg. Bien que les conditions climatiques adaptées à la production du riz existent dans la plupart des régions du Ghana, le pays est incapable de produire suffisamment pour satisfaire les besoins nationaux. Actuellement, le Ghana produit moins de 40 % de ses besoins nationaux. Le taux d'autosuffisance en riz au Ghana a baissé, passant de 38 % en 1999 à 24 % en 2006 (CIRAD, 2007).

Annuellement, le Ghana importe d'importantes quantités de riz pour compenser l'offre locale insuffisante. En moyenne, les importations annuelles sont d'environ 400 000 tonnes. En 2009, par exemple, le Ghana a importé 383 985 tonnes, l'équivalent de 218,5 millions de US\$.

Vu la situation exposée ci-dessus, l'augmentation de la production locale de riz est indispensable. Cela permettrait au pays d'économiser des devises étrangères, d'améliorer les moyens d'existence des agriculteurs, et ainsi de réduire la pauvreté et de renforcer la sécurité alimentaire. Au fil des années, des gouvernements successifs au Ghana ont initié des politiques et programmes visant à assurer l'accroissement durable de la production rizicole locale de bonne qualité pour renforcer la sécurité alimentaire et se substituer aux importations.

2.0 PRODUCTION RIZICOLE AU GHANA

Le riz peut être produit dans presque toutes les zones agro-écologiques du Ghana. Mais la zone de savane guinéenne est la plus adaptée à sa production. Les régions du Nord, de l'Est supérieur et de la Volta sont les plus grands producteurs. Ces trois régions représentent plus de 70 % de la production nationale. Le riz est cultivé au Ghana sous trois systèmes de production principaux : plateaux pluviaux, bas-fonds pluviaux et irrigation. L'écologie du bas-fond pluvial est dominante, couvrant 78 % de toute la zone cultivée. L'écologie d'irrigation couvre 16 % de toute la zone de riziculture, et les plateaux pluviaux 6 %. Les zones où la riziculture est pratiquée (rizières) dans les différentes régions en 2009 et les résultats correspondants en tonnes sont indiqués dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 (Superficie et production du riz dans les régions, 2009)

Région	Superficie (ha)	Rendement moyen (t)	Production (t)
Ouest	15 218	1,32	20 088
Centre	4 158	1,22	5 073
Est	7 310	1,70	12 427
Grand Accra	2 005	1,47	2 947
Volta	20 460	2,97	60 766
Ashanti	9 614	1,30	12 498
Brong Ahafo	3 709	1,56	5 786
Nord	72 841	2,61	190 115
Ouest supérieur	4 200	1,67	7 014
Est supérieur	39 834	2,79	111 137
Total	179 349	2,39	427 845

Source : Directeurat de la recherche statistique et de l'information, MoFA.

2.1 TENDANCE NATIONALE

Il y a des fluctuations annuelles dans la production rizicole (paddy) au Ghana. La tendance de la production nationale au cours des 10 dernières années est indiquée dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 (Superficie cultivée et production rizicole au Ghana, 2000 – 2009)

Année	Superficie cultivée (1 000 ha)	Production (1000 t)
2000	93,6	214,6
2001	88,0	253,2
2002	112,8	280
2003	117,7	239,0
2004	119,4	241,8
2005	120,0	236,5
2006	125,0	250,0

2007	108,9	185,3
2008	132,8	301,9
2009	179,3	427,8

Source : Directeurat de la recherche statistique et de l'information, MoFA.

2.2 QUANTITÉ ET VALEUR DES IMPORTATIONS DE RIZ

Le Ghana importe annuellement de grandes quantités de riz pour satisfaire la demande nationale. Les quantités de riz importées au Ghana et la valeur correspondante en dollars américains sont indiquées dans le Tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 (Quantités et valeur des importations de riz, 2005 – 2009)

Année	Quantités (t)	Valeur (1000 US\$)
2005	484 513	138,94
2006	389 660	159,47
2007	442 073	157,87
2008	395 400	187,28
2009	383 985	218,50

Source : Programme alimentaire mondial

QUELQUES VARIÉTÉS DE RIZ DU GHANA

Au fil des années, les instituts de recherche ont mis au point et homologué plusieurs variétés de riz adaptées aux différentes écologies. Les noms de plusieurs de ces variétés et leur période de maturité figurent dans le Tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 (Quelques variétés de riz et leur période de maturité)

N°	Nom de la variété	Période de maturité (jours)
1	Gbewa Rice	100 – 120
2	Nabugo rice	120 – 130
3	Kantanga Rice	130 – 140
4	NERICA 1	95 – 100
5	NERICA 2	95 – 100

3.0 REVUE DU SECTEUR RIZ NATIONAL

3.1 Statut du riz dans les politiques nationales

Les stratégies politiques au fil des années, comme consignées dans FASDEP I, GPRS I et II, MTADP, AAGDS et autres documents politiques du MoFA, ont cherché à promouvoir la production rizicole pour aborder la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté. Le FASDEP II, qui est la ligne directrice de la politique de développement actuelle du secteur (2008-2010), classe le riz parmi les denrées pour l'augmentation de la sécurité alimentaire et la substitution aux importations. Des mesures spécifiques pour atteindre ce niveau de production sont, entre autres, l'augmentation de la mécanisation, de l'exploitation des bas-fonds et l'utilisation efficace des systèmes d'irrigation existants. De plus, l'amélioration variétale, et la production et l'utilisation accrues des semences se poursuivent.

4.0 PRINCIPALES CONTRAINTES DE PRODUCTION DU SECTEUR RIZICOLE NATIONAL

4.1 Système foncier

Le système de propriété foncière est une contrainte pour la production rizicole au Ghana à cause de ses effets sur l'accès et la sécurité. Le système tend à limiter la taille des propriétés et des

investissements dans la mise en valeur des terres, en particulier dans l'écologie de bas-fond pluvial. Il y a une tendance générale en faveur de l'allocation des terres aux hommes. Le pays dispose de considérables superficies en écologie de bas-fonds pluviaux adaptée à la production rizicole, mais qui reste largement inexploitée.

4.2 Des précipitations irrégulières

Les écologies de bas-fonds pluviaux et de plateaux pluviaux sont affectées par l'irrégularité des précipitations. L'écologie des bas-fonds pluviaux a des problèmes de gestion de l'eau suite à l'inondation fréquente due aux eaux souterraines et aux précipitations. Cependant, grâce à un aménagement correct (avec des techniques de maîtrise de l'eau simples) et à la mécanisation, leur potentiel de rendement peut être considérablement amélioré. L'écologie des plateaux a aussi un problème de précipitations insuffisantes ou excessives. Il y a aussi des problèmes de compétition avec les adventices, de faible fertilité du sol et de dégâts causés par les insectes nuisibles. Les variétés de riz adaptées à l'écologie sont de cycles courts et tolérantes à la sécheresse.

4.3 Semences de mauvaise qualité

La plupart des riziculteurs n'utilisent pas de semences certifiées de variétés améliorées, même si celles adaptées à la fois aux écologies des bas-fonds pluviaux et de plateaux pluviaux ont été mises au point et homologuées par des instituts de recherche. Les producteurs de semences sont incapables de produire suffisamment de semences certifiées de variétés améliorées pour les agriculteurs. L'accessibilité aux semences certifiées est aussi mauvaise. Les agriculteurs finissent par semer des semences de mauvaise qualité qui donnent de faibles rendements.

D'autres principales contraintes à la production sont :

- (i) un mauvais nivelage des rizières et le manque de digues pour retenir l'eau de pluie,
- (ii) l'accès difficile au crédit agricole,
- (iii) l'utilisation insuffisante des engrais et produits agrochimiques à cause de leur coût élevé,
- (iv) les dégâts dus aux oiseaux, insectes nuisibles et maladies,
- (v) Le retard du semis,
- (vi) La détérioration des ouvrages d'irrigation,
- (vii) Le retard de la récolte.

Il y a aussi des problèmes post-récolte et de commercialisation, tels que la contamination avec des corps étrangers et les grains trop séchés qui affecte la qualité d'usinage.

5.0 PROJETS ET PROGRAMMES RIZICOLES

À cause de l'importance que les gouvernements successifs du Ghana accordent à la production rizicole, des prêts et subventions ont été fournis par les banques et les partenaires au développement pour l'exécution de projets rizicoles. Le Tableau 5 indique les projets rizicoles en cours et les agences de financement.

Tableau 5 (Projets rizicoles en cours)

Titre du projet	Période	Agence (Donateurs)
Projet d'appui du secteur riz	2008 - 2014	AFD
Projet de développement de la riziculture de bas-fond	2004 - 2011	BAD
Projet de diffusion du riz Nerica	2006 - 2010	BAD
Corps interprofessionnel du riz du Ghana	2004 - 2012	AFD

Étude pour le développement de techniques et d'infrastructures améliorées pour la production de riz	2009 – 2015	JIRCAS
Projet pour le développement durable du riz de bas-fond pluvial	2009 – 2014	JICA

6.0 PERSPECTIVES DE LA PRODUCTION RIZICOLE AU GHANA

Les perspectives sont énormes dans le secteur rizicole au Ghana. On ne peut pas insister suffisamment sur les avantages de la promotion de la production rizicole dans le pays. Elle augmentera les résultats et le niveau de revenu des agriculteurs, et en fin de compte leurs moyens de subsistance, et aussi créera des emplois pour les agriculteurs, transformateurs, etc. Cela conduira à la diminution des importations de riz.

Etant donné l'importance du riz pour la sécurité alimentaire du pays, plusieurs politiques et programmes ont été initiés et mis en œuvre par les gouvernements successifs. En mai 2008, le gouvernement du Ghana a lancé la Stratégie nationale de développement de la riziculture au Ghana (G-SNDR). Cette stratégie vise à doubler la production rizicole dans le pays en 10 ans. De surcroît, la stratégie, qui couvre la période de 2008 à 2018, constitue une réponse pour prévenir les effets de la crise alimentaire mondiale. La stratégie suggère le doublement de la production de riz, en prenant en considération les capacités de production comparatives des trois principales écologies (plateaux pluviaux, bas-fonds pluviaux et irrigué) de même que la croissance de la consommation. Au cours des 10 dernières années (1999 – 2008), la consommation de riz par habitant a augmenté passant de 17,5 kg à 38,0 kg. D'ici 2018, elle devrait atteindre 63 kg, subséquemment à la croissance rapide de la population et de l'urbanisation.

En développant la stratégie, le ministère de l'Alimentation et de l'Agriculture (MoFA) a bénéficié des apports des experts nationaux ayant travaillé auparavant dans plusieurs secteurs, ainsi que d'autres groupes des parties prenantes intervenant au Ghana. Les principales contraintes, telles que l'aménagement des terres et les systèmes fonciers, la qualité et la disponibilité des semences, le coût élevé des engrais, les capacités inadaptées des ressources humaines, les techniques de gestion inadaptées pour la récolte et la post-récolte, le système de commercialisation défaillant du riz local et le rôle du gouvernement et des agences concernées ont été prises en compte. Une structure de gouvernance incluant les acteurs clés du secteur du riz a été proposée.

Sept (7) domaines stratégiques thématiques ont été identifiées, à savoir : le système semencier, la commercialisation et la distribution des engrais, le traitement post-récolte et la commercialisation, ainsi que l'investissement dans l'irrigation et la maîtrise de l'eau. Les autres sont l'accès aux équipements et la maintenance, la recherche et la mise au point des techniques, la mobilisation de la communauté, les organisations d'agriculteurs et la gestion du crédit. Pour chacun des domaines thématiques, plusieurs actions clés ont été proposées. Certaines des mesures proposées pour mettre en place la stratégie pour atteindre cet objectif dans les domaines thématiques sont mentionnées ci-après.

6.1 Système semenciers

Actions proposées

- Production de quantités suffisantes de semences de prébase, de base et certifiées des variétés de riz homologuées adaptées aux écologies rizicoles
- Réhabilitation des entrepôts frigorifiques existants pour stocker les semences
- Développement d'un système efficace de distribution de semences de prébase, de base et certifiées
- Organisation et formation de producteurs de semences certifiées

6.2 Commercialisation des engrais et stratégie de distribution

- Amélioration de l'accès et de la disponibilité des engrais
- Établissement des infrastructures de production d'engrais aux endroits appropriés
- Implication du secteur privé dans la fabrication des engrais simples adaptés en tenant compte de l'écologie, du type de sol et des variétés adoptées par les agriculteurs
- Promotion de l'utilisation d'engrais organiques

6.3 Exigence logistique pour la stratégie d'utilisation, de distribution et de commercialisation des

engrais

Actions proposées

- Développement d'un système efficace de stockage et de distribution (en emballages abordables) des engrais recommandés pour améliorer leur disponibilité
- Facilitation de l'accès en temps opportun aux engrais par la mise à disposition de systèmes de crédit et de lignes directrices de distribution applicables
- Encouragement de l'utilisation d'engrais organiques par la sensibilisation, la formation et des démonstrations

6.4 Stratégie post-récolte et de commercialisation

Actions proposées

- Promotion de l'utilisation d'installations de récolte et de battage adaptées (moissonneuses et batteuses de petite ou moyenne taille)
- Le paddy sera transformé conformément aux normes minimales nationales acceptables en fournissant des décortiqueuses standards (équipés de pré-nettoyeurs, d'épierreuses, de décortiqueuses, de polisseuses, de séparateurs de paddy, d'aspirateurs et calibreurs)
- Amélioration des rizeries (*one-pass milling machine*) en ajoutant des accessoires, et équipements d'installations de stockage pour le riz paddy/usiné dans les centres de traitement.

6.5 Exigence logistique pour les stratégies de post-récolte et de commercialisation

Actions proposées

- Amélioration de la qualité du riz blanchi pour répondre aux normes nationales/ISO par la mise à disposition des machines adaptées et le renforcement des capacités en traitement post-récolte des produits
- Mise à disposition d'installations de stockage adaptées dans les principales zones de production et de consommation de riz
- Développement de l'emballage, de l'étiquetage et du marquage adaptés du riz produit localement en vue de promouvoir sa consommation
- Développement d'une chaîne de valeur du riz durable en renforçant la capacité de tous les acteurs à se conformer à des procédures de contrôle de qualité strictes
- Développement d'un système de prix et d'informations sur le marché fiable pour les acteurs de la chaîne de valeur

6.6 Exigences logistiques pour les stratégies d'irrigation et d'investissement dans la maîtrise de l'eau

Actions proposées

- Réhabilitation et expansion des infrastructures d'irrigation existantes

- Promotion du partenariat public-privé dans le développement et la gestion de nouveaux projets d'irrigation et promotion de l'utilisation de petites pompes dans les plans d'eau pérennes
- Conception de systèmes de maîtrise de l'eau alternatifs dans les fonds de bas-fond et bas-fonds particuliers pour améliorer la gestion de l'eau pour la riziculture

6.7 Recherche et stratégie de diffusion des technologies

Actions proposées

- Mise au point de variétés améliorées et leur diffusion aux agriculteurs
- Amélioration des capacités des agriculteurs à assurer l'adaptation aux bonnes pratiques agricoles (BPA) pour la riziculture
- Développement et diffusion des manuels de formation, vidéos, fiches techniques sur la chaîne de valeur du riz
- Formation à des techniques de transformation améliorées et de valorisation, et promotion de la diffusion des informations au moyen des technologies de l'information et de la communication (TIC).

6.8 Exigences logistiques pour la recherche et la stratégie de diffusion des techniques

Actions proposées

- Renforcement de la capacité des institutions de recherche nationales par la formation et l'allocation de budgets adaptés
- Promotion de la collaboration entre les instituts de recherche nationaux et leurs organisations internationales homologues, par ex. Centre du riz pour l'Afrique, IRRI et IITA
- Renforcement de la diffusion des résultats de la recherche par des relations étroites entre « recherche – agents de vulgarisation – agriculteurs » et l'emploi des TIC

6.9 Mobilisation de la communauté, organisations d'agriculteurs et stratégie de gestion du crédit

Actions proposées

- Développement des liens entre les agriculteurs avec les sources de crédit et garantir un accès facile aux intrants, équipements et marché
- Formation des organisations d'agriculteurs (FBO) à la gestion efficace des crédits. Révision des régimes de gestion du crédit agricole au fil des années et identification des options adaptées adoptables.
- Promotion de l'implication des jeunes dans la production et la transformation du riz pour favoriser leur emploi et la génération de revenus par la formation et l'accès au crédit, aux services mécanisés et aux terres.

6.9.1 Exigences pour les organisations d'agriculteurs et la stratégie de gestion du crédit

Actions proposées

- Dialogue avec les acteurs identifiables de la chaîne de valeur du riz pour assurer que leurs intérêts sont bien définis dans l'exécution de la stratégie
- Mobilisation des groupes d'intérêts le long de la chaîne de valeur du riz dans des communautés où des installations ou ressources ont été assignées à l'amélioration, et assurance d'un accès facile à de telles installations
- Facilitation de la formation de FBO unis pour garantir l'accès facile au crédit pour des activités de la chaîne de valeur du riz

7.0 CONCLUSION

Vu l'importance du riz dans la sécurité alimentaire et la socio-économie du pays, il est urgent d'augmenter sa production. Des politiques et programmes pragmatiques doivent être initiés pour faire face aux nombreux défis du secteur. La proposition de la Stratégie nationale du développement de la riziculture au Ghana, ainsi que d'autres politiques rizicoles, doivent être vigoureusement poursuivies pour assurer l'autosuffisance du pays en production rizicole.

Références

- (1) Backhouse, Anthony Edgar (1993). *The Japanese Language* An Introduction La langue japonaise* Une introduction*, Oxford University Press, Melbourne, Australie.
- (2) Fujimoto, Naoya (2003), *Bypass Canals for Irrigation in the Yabe River Basin Canaux de dérivation pour l'irrigation dans le bassin de la rivière Yabe*
- (3) Piper, Jacqueline M. (1993). *Rice in South-East Asia : Culture and Landscapes Le riz dans le sud-est de l'Asie : Culture et paysages*, Oxford University Press.
- (4) Hugues Duprier et Philippe De Leener (1990), *Les chemins de l'eau : ruissellement, irrigation, drainage – Manuel tropical*
- (5) Spectrum Analytic Inc., “Understanding CEC, Buffer Soil pH, Percent Saturation.” « *Compréhension du CEC, pH du sol de beurre, taux de saturation.* »
http://www/spectrumanalytic.com/support/library/cec_bph_and-percent-sat.htm

Liste de l'équipe qui a contribué à la révision de chaque chapitre de ce manuel

Plan du manuel	Nom	Institution
Chapitre 1	M. Dawunia Busia M. Stephen Amankwa Dr M.M. Buri	GIDA, Accra MOFA, District d'Atwima Nwabiagya SRI, Kumasi
Chapitre 2	M. Dawunia Busia M. Stephen Amankwa Dr M.M. Buri	GIDA, Accra MOFA, District d'Atwima Nwabiagya SRI, Kumasi
Chapitre 3	M. Dawunia Busia M. Stephen Amankwa Dr M.M. Buri	GIDA, Accra MOFA, District d'Atwima Nwabiagya SRI, Kumasi
Chapitre 4	M. Dawunia Busia M. Stephen Amankwa Dr M.M. Buri	GIDA, Accra MOFA, District d'Atwima Nwabiagya SRI, Kumasi
Chapitre 5	Dr Nuhu Issaka Dr Annan Afful M. Mathew Kyeremeh M. Fifi Swatson	SRI, Kumasi CRI, Kumasi MOFA, District d'Ahafo-Ano South GIDA, Accra
Chapitre 6	Dr Kwame Asubonteng M. Mahama Abu	SRI, Kumasi AESD, Accra

Table des matières et liste des auteurs

1. Introduction

1.1 Contexte	Fujimoto
1.2 Pourquoi JIRCAS a-t-il commencé cette étude	Fujimoto
1.3 La présente étude	Fujimoto
1.4 Conditions environnementales	Fujimoto
1.4.1 Conditions naturelles	Fujimoto
1.4.2 Conditions sociales	Fujimoto

2. Sélection des sites

2.1 Faisabilité fondamentale	
2.1.1 Ressources en eau	Fujimoto
2.1.2 Sol et conditions topographiques	Fujimoto
2.1.3 Accessibilité	Fujimoto
2.1.4 Intérêt des agriculteurs	Fujimoto
2.1.5 Situation économique des agriculteurs	Fujimoto
2.1.6 Estimation globale	Fujimoto
2.2 Planification	
2.2.1 Concept de la fourniture de l'eau et du cycle d'irrigation	Fujimoto
2.2.2 Estimation du coût	Fujimoto
2.2.3 Planification des champs pour la riziculture	Fujimoto
2.2.4 Recommandation pour l'amélioration des rizières sur la base des sites de projet JIRCAS au Ghana	Fujimoto

3. Organisation des agriculteurs

3.1 Création d'une organisation d'agriculteurs	Osuga
3.2 Avantages et inconvénients des activités en groupe	Osuga

3.3 Préoccupations liées aux activités en groupe	Osuga
3.4 Accord de location de terrains	Osuga

4. Aménagement de terrains

4.1 Défrichage	Hirose/Osuga
4.2 Construction de canaux	Naruoka
4.3 Effets des pentes du canal	Naruoka
4.4 Processus de construction du canal	Hirose/Osuga
4.5 Matériaux de construction du canal	Naruoka
4.6 Irrigation de parcelle à parcelle	Osuga
4.7 Canal de drainage	Hirose/Osuga
4.8 Ouvrage d'adduction d'eau	Hirose/Osuga
4.9 Ouvrages de division	Naruoka
4.10 Bassin	Hirose/Osuga
4.11 Préparation de la terre	
4.11.1 Labour	Hirose/Osuga/Naruoka
4.11.2 Construction de digue	Hirose/Osuga
4.11.3 Mise en boue	Hirose/Osuga
4.11.4 Nivelage	Naruoka
4.12 Entretien des ouvrages d'irrigation	Hirose
4.13 Réparation des ouvrages d'irrigation en panne	Hirose

5. Culture du riz

5.1 Connaissances de base pour la riziculture	
5.1.1 Principaux facteurs de la croissance du riz	Kawano
5.1.2 Lumière solaire	Kawano
5.1.3 Eau	Kawano
5.1.4 Sol	Kawano
5.2 Calendrier cultural	
5.2.1 Programme des activités pour la	Kawano

culture du riz	
5.2.2 Calendrier cultural dans le cas de la région d'Ashanti (Ghana)	Kawano
5.3 Préparation de la rizière	
5.3.1 Défrichage	Kawano
5.3.2 Labour	Kawano
5.3.3 Mise en boue	Kawano
5.3.4 Nivelage	Kawano
5.4 Stade végétatif	
5.4.1 Traitement de pré-germination	Kawano
5.4.2 Entretien de la pépinière	Kawano
5.4.3 Repiquage	Kawano
5.4.4 Phase de récupération des dégâts causés par le repiquage	Kawano
5.4.5 Désherbage	Kawano
5.4.6 Application d'engrais	Kawano
5.4.7 Insectes nuisibles et maladies	Kawano
5.4.8 Tallage	Kawano
5.5 Stade reproductif	Kawano
5.6 Stade de maturation	
5.6.1 Photosynthèse pendant le stade de maturation	Kawano
5.6.2 Activité racinaire	Kawano
5.6.3 Lutte contre les oiseaux	Kawano
5.6.4 Lutte contre les maladies	Kawano
5.7 Récolte	Hayata
5.8 Post-récolte	
5.8.1 Battage	Hayata
5.8.2 Vannage	Hayata
5.8.3 Séchage	Hayata
5.8.4 Stockage	Hayata
5.9 Problèmes de base de la riziculture	
5.9.1 Contraintes relatives au sol	Kawano
5.9.2 Contraintes relatives à l'eau	Kawano

5.9.3 Contraintes relatives au faible rendement	Kawano
---	--------

6. Motoculteur

6.1 Avantages de l'emploi du motoculteur pour la riziculture	Morishita
6.2 Opération du motoculteur	Morishita/Hirose
6.3 Maintenance du motoculteur	Morishita/Hirose
6.4 Usage commun du motoculteur par des organisations d'agriculteurs	Morishita

ANNEXES

i. Guide pratique pour la riziculture	Kawano
ii. Accord de location de terre	Osuga
iii. Accord pour le motoculteur	Osuga
iv. État actuel et perspectives de la production rizicole au Ghana	Kwaku Nicol

