

Remerciements.....	ii
Sommaire	iv
Liste des illustrations	v
Liste des annexes.....	vii
Liste des abréviations.....	viii
Glossaire.....	ix
1. INTRODUCTION	1
2. REVUE DE LA LITTERATURE.....	3
2.1. Le riz.....	3
2.2. <i>Maliarpha separatella</i> RAGONOT (1888).....	4
2.3. <i>Sesamia calamistis</i> HAMPSON (1910).....	10
3. MATERIELS ET METHODES.....	14
3.1. Le site d'étude	14
3.1.1. La station d'Andranovaky Mahitsy	14
3.1.2. Les parcelles de prélèvements	15
3.2. Matériels.....	17
3.2.1. Matériel biologique végétal : le riz	17
3.2.2. Matériel biologique animal : <i>Maliarpha separatella</i> ou borer blanc.....	19
3.2.3. Matériels techniques	22
3.3. Méthodologie	25
4. RESULTATS	32
4.1. Evaluation de l'abondance du borer blanc ou <i>Maliarpha separatella</i>	32
4.2. Impact du taux d'infestation de <i>Maliarpha separatella</i> sur le rendement du riz	34
5. DISCUSSIONS	38
6. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	42
Bibliographie.....	43
Annexe 1 : <i>Maliarpha separatella</i> Ragonot (1888).....	45
Annexe 2: <i>Sesamia calamistis</i> Hampson (1910).....	46
Annexe 3: Le riz.....	49
Annexe 4: Coïncidence phénologique entre le cycle du riz et celui du <i>Maliarpha separatella</i> Ragonot (1888).....	52
Annexe 5 : Tableau de comptage des larves	53
Résumé	
Abstract	

Liste des illustrations

- Liste des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques variétales (source : Auteur)	17
Tableau 2 : Le calendrier culturel des variétés (Source : Auteur).....	19
Tableau 3 : Dimorphisme sexuel chez <i>Maliarpha separatella</i>	20
Tableau 4: Caractéristiques des rizières (Source : Auteur).....	25
Tableau 5: Résultats de la dissection des tiges (Source: Auteur).....	32
Tableau 6: Incidence du <i>Maliarpha separatella</i> Ragonot (2004 et 2005).....	34
Tableau 7 : Evaluation de la perte du rendement en 2014	35
Tableau 8 : Estimation de la perte du rendement à 100% d'infestation par le borer blanc	37

- Liste des figures

Figure 1 : Cycle biologique du riz	4
Figure 2: Cycle de <i>Maliarpha separatella</i> (borer blanc), source: Delucchi, 1987; Auteur.....	6
Figure 3: Déroulement de l'attaque de <i>Maliarpha separatella</i> (Pollet, 1977)	7
Figure 4: Panicule blanche	8
Figure 5: Les symptômes externes du dégât	9
Figure 6: Les symptômes internes de la tige infestée	9
Figure 7 : Cycle de <i>Sesamia calamistis</i>	11
Figure 8: Plan du site d'étude (Source : Google Earth, 2015)	14
Figure 9: Les parcelles expérimentales	15
Figure 10: Etats des rizières à chaque descente (Source : Auteur)	16
Figure 11: Un adulte de <i>Maliarpha separatella</i>	20
Figure 12: Œufs de <i>Maliarpha separatella</i>	21
Figure 13: Une larve de <i>Maliarpha separatella</i>	21
Figure 14: Une chrysalide de <i>Maliarpha separatella</i>	22
Figure 15: Loupe (Source : Auteur)	22
Figure 16: Appareil photo (Source : Google)	22
Figure 17: (a) Bloc note (b) Crayon.....	23
Figure 18: Un GPS (Source : Auteur).....	23
Figure 19: Une bêche (Source : Auteur)	23

Figure 20: Un sac en plastique (Source : Auteur)	23
Figure 21: (a) Un pilulier, (b) Une boîte en plastique (Source : Auteur).....	24
Figure 22: Un trépied pour le piégeage nocturne (Source: Auteur).....	24
Figure 23: récapitulation de la collecte des chaumes (Source: Auteur).....	27
Figure 24: Dissection des chaumes (Source: Auteur)	28
Figure 25 : Abondance et attractivité du borer blanc en fonction des variétés	33
Figure 26 : Corrélation entre le taux d'infestation et la perte du rendement	36
Figure 27: Enroulement caractéristique de la ponte des <i>Maliarpha separatella</i>	45
Figure 28: Un adulte de <i>Sesamia calamistis</i>	46
Figure 29: Des œufs de <i>Sesamia calamistis</i>	46
Figure 30: Une larve de <i>Sesamia calamistis</i>	47
Figure 31: Des crochets abdominaux	47
Figure 32: Une chrysalide de <i>Sesamia calamistis</i>	48
Figure 33: Un plan de riz (Source: Auteur)	50

Liste des annexes

Annexe 1 : *Maliarpha separatella* Ragonot (1888)

Annexe 2: *Sesamia calamistis* Hampson (1910)

Annexe 3: Le riz

Annexe 4: Coïncidence phénologique entre le cycle du riz et celui du *Maliarpha separatella* Ragonot (1888)

Annexe 5 : Tableau de comptage des larves

Liste des abréviations

ANOVA	Analyse des Variances
CNRA	Centre National de la Recherche Appliquée
DRR	Département de la Recherche Rizicole
FAO	Food and Agriculture Organization
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Statistique
FOFIFA	FOibem-pirenena momba ny Fikarohana ampiarina amin'ny Fampandrosoana ny Ambanivohitra
ONU	Organisation des Nations Unies
PAM	Programme Alimentaire Mondial
PLI	Projet de Lutte Intégrée
SRI	Système de Riziculture Intensive
WFP/PAM	World Food Program / Programme Alimentaire Mondial

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Glossaire

Diapause	Arrêt temporaire génétiquement déterminé, chez les insectes, de l'activité ou du développement durant l'hiver, la saison sèche, ou encore en cas de carence alimentaire
Dimorphisme	Existence de deux formes distinctes pour une même espèce animale ou végétale
Monophage	Qualifie un animal qui se nourrit d'un seul type d'aliment
Oblongue	Plus long que large et arrondi aux deux extrémités
Parenchyme	Désigne le tissu tendre et spongieux des feuilles, des tiges et des fruits
Phénologique	Relatif à l'étude de l'évolution dans le temps des phénomènes qui caractérisent le cycle biologique des êtres vivants
Polyphage	Qualifie un gros mangeur, mangeant de tout ; qui se nourrit d'aliments d'origine variée.

1. INTRODUCTION

Le riz est l'aliment de base de plus de la moitié de la population mondiale. Il polarise les activités de près d'un milliard de personnes dans les zones rurales des pays en développement (Sidi, 2011).

Madagascar, un pays à tradition rizicole en consomme de 100 à 120 kg par personne par an. Sur la Grande île, 1.280.000 hectares sont rizicultivées, et sa production en 2010 a été estimée à 3.900.000 tonnes (FAOSTAT, 2011).

Mais cette production ne parvient pas à satisfaire le besoin de la population Malgache qui augmente de 2,7% par an (ONU, 2014). De ce fait, au cours de l'année 2014, Madagascar a importé 210.000 tonnes de riz (Andriamalala, 2015).

Plusieurs facteurs conditionnent la baisse du rendement du riz ici comme ailleurs, comme le manque d'alimentation en eau, les mauvaises herbes, les maladies (pyriculariose...), les divers facteurs entomologiques tels que les criquets, les poux du riz, les foreurs de tiges.

Face à ces divers problèmes, Brenière (1969) a proposé une solution, comme le choix de variété moins sensible et l'amélioration des méthodes de culture. Les raisons pour lesquelles des chercheurs au sein du FOFIFA /DRR ont effectué des essais sur l'utilisation de nouvelles variétés résistantes aux conditions défavorables, et de nouvelles pratiques culturales telles que le SRI afin d'accroître le rendement.

Ce mémoire parlera essentiellement des foreurs de tiges. Ces derniers constituent le plus grand problème d'ordre entomologique pour la culture vivrière (Dembele, 1995). Ils appartiennent à deux familles qui sont les PYRALIDAE et NOCTUIDAE. Les Pyrales peuvent être polyphages ou monophages et représentent deux tiers des borers du riz, et les Noctuelles polyphages constituent le reste (Delucchi, 1987).

Ces foreurs de tiges sont répartis en Asie, en Afrique et aussi à Madagascar. Deux espèces sont les plus réputées sur la grande île : *Sesamia calamistis* HAMPSON (1910) ou borer rose et *Maliarpha separatella* RAGONOT (1888) ou borer blanc africain.

La riziculture pluviale de la côte Est de Madagascar est attaquée par *Sesamia calamistis*. Quant à *Maliarpha separatella*, il est spécifique du riz irrigué et se rencontre sur les Plateaux et sur la Côte Ouest. Cependant, il n'est pas inhabituel de voir du borer rose sur riz irrigué et du borer blanc sur riz pluvial (Raveloson, *et al.*, 2011).

Pour le cas présent, l'étude se focalise sur *Maliarpha separatella* qui a une préférence pour le riz irrigué. En effet, c'est une espèce de longue date (Ragonot, 1888) et est apparue comme ennemi du riz à Madagascar où il a fait l'objet d'une étude détaillée (Delucchi, 1987).

La perte du rendement causée par *Maliarpha separatella* est de 22-24% au Lac Alaotra pour une infestation comprise entre 60 et 100% (Bianchi, 1989). Plus tard Rahalivavololona (2001), affirme que la baisse du rendement est enregistrée à partir de 30% d'infestation par le borer blanc.

Certes, des études ont été effectuées auparavant concernant la relation entre l'infestation de *Maliarpha separatella* et la diminution du rendement rizicole. En même temps, des tentatives de limitation des dégâts causés par le borer blanc ont été mises en place. Après 2001, les études sur les borers n'ont pas continué et les données s'y rapportant manquent.

Cette recherche vise alors à améliorer les connaissances, et à réactualiser les données sur l'affinité entre *Maliarpha separatella* et les variétés de riz, d'analyser l'impact de l'infestation du borer blanc sur le rendement du riz en riziculture irriguée dans le site d'Andranovaky Mahitsy.

2. REVUE DE LA LITTERATURE

Compte tenu des travaux de réactualisation à effectuer, ce chapitre va mettre en évidence les généralités à savoir sur le riz, le borer blanc et rose, ainsi que la relation entre le riz et le borer blanc.

2.1. Le riz

Le riz est une plante herbacée annuelle avec une tige ronde, des feuilles plates en forme de lame et terminée par des panicules.

➤ Position systématique

La systématique du riz est la suivante :

Règne :	VEGETAL
Sous-règne	EUCARYOTES
Embranchement	PHANEROGAMES
Classe	MONOCOTYLEDONES
Ordre	LUNIFORMES
Famille	GRAMINES
Sous-famille	POODIDEAE
Tribus	ORYZAE
Genre	<i>Oryza</i> Lin
Section	<i>sativa</i> ROSCHEV
Espèce	<i>indica/ japonica</i>

➤ Cycle biologique

Le cycle biologique du riz se résume en trois stades comportant chacune des phases caractéristiques. Du semis à la récolte, ce cycle passe par la phase végétative, la phase de reproduction et la phase de maturation (Lancashire *et al.*, 1991).

• **La phase végétative** ou la phase de croissance est marquée par la germination, le stade plantule, le repiquage, le tallage (apparition de la première talle jusqu'à la sortie des panicules) marque la fin de la phase de croissance. Elle commence au mois de Novembre et se termine au mois de Mars, pour la station d'Andranovaky Mahitsy.

- **La phase de reproduction** commence à partir de l'initiation paniculaire jusqu'à la floraison. Ce stade résume alors l'élongation de la tige principale, le gonflement de la panicule, la montaison, la sortie de l'inflorescence ou épiaison, la floraison (production d'épillets) et l'anthèse ou fécondation. Cette phase se déroule du mois de Mars jusqu'au mois de Mai pour la station d'Andranovaky Mahitsy.

- **La phase de maturation** c'est la maturation de plus de 80% des épillets dans les panicules. Les caryopses ou grains sont pleinement développés en taille, en fermeté et sans teinte verdâtre. cette phase se passe entre le mois de Mai et Juin pour la station d'Andranovaky Mahitsy.

La Figure 1 résume le cycle biologique su riz

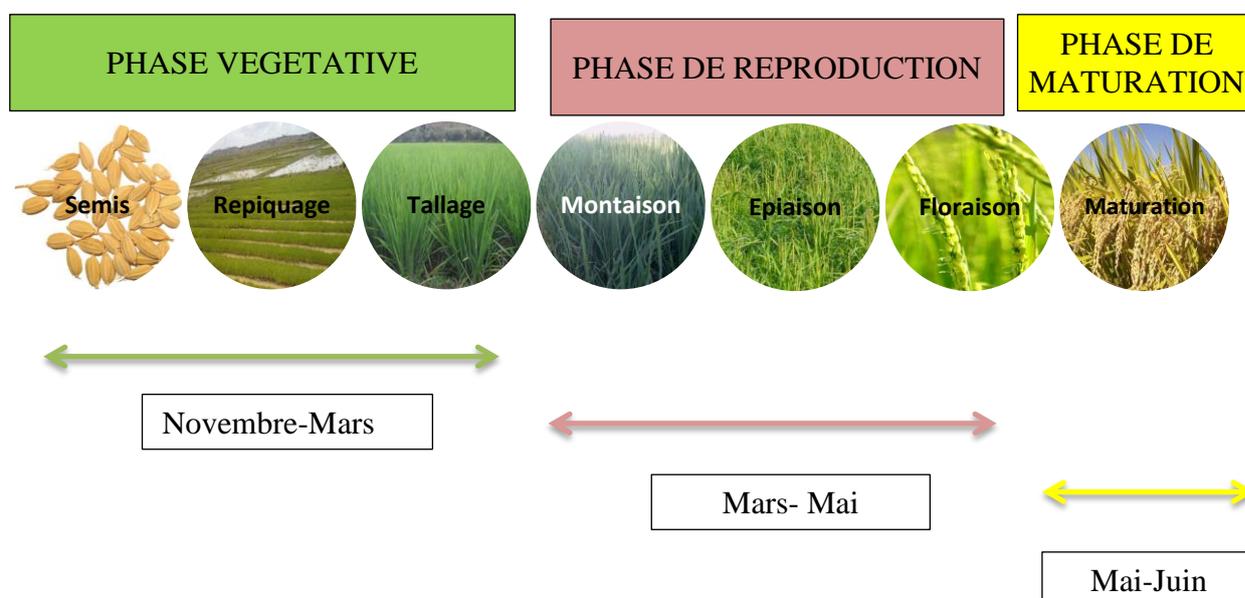


Figure 1 : Cycle biologique du riz

2.2. *Maliarpha separatella* RAGONOT (1888)

Maliarpha separatella, est un ravageur connu du riz et se rencontre dans la plupart des pays Africains producteurs de riz, en Asie et en Nouvelle Guinée (Delucchi, 1987).

➤ Position systématique

La position systématique de *Maliarpha separatella* est la suivante :

Règne :	ANIMAL
Embranchement :	INVERTEBRES
Classe :	INSECTES
Sous-classe :	PTERYGOTES
Super-Ordre :	MECOPTEROIDES
Ordre :	LEPIDOPTERES
Super-Famille :	PYRALOIDEA
Famille :	PYRALIDAE
Sous-famille :	PHYCITINAE
Genre :	<i>Maliarpha</i>
Espèce :	<i>separatella</i> RAGONOT, 1888

Martin révisé la systématique de l'espèce en 1958, et note les synonymes suivants pour cet insecte :

- *Maliarpha separatella* RAGONOT (1888)
- *Ancrastia pallidicosta* HAMPSON (1896)
- *Maliarpha separatella* RAGONOT (1901)
- *Eosina vectiferella* RAGONOT (1901)
- *Ampycodes pallidicosta* HAMPSON (1901)
- *Rhinaphe vectiferella* RAGONOT (1918)
- *Rhinaphe pallidicosta* HAMPSON (1918)

Mais selon la règle d'antériorité, l'appellation de *Maliarpha separatella* RAGONOT (1888) est retenue (Appert, 1981)

➤ Cycle biologique

Son cycle biologique passe par 4 stades : œuf, larve, chrysalide et adulte.

La femelle pond ses œufs en ligne parallèle sur la face supérieure du limbe foliaire. Lors de la ponte, elle émet une sécrétion cireuse provoquant un repli typique de la feuille (Figure 27, en Annexe1). La durée d'incubation des œufs est de 8 à 9 jours. Ensuite, les larves néonates éclosent et se dispersent sur le feuillage environnant, pour constituer un foyer d'infestation bien individualisé. Le stade larvaire comporte

6 stades, et a une durée relativement variable, de 30 à 50 jours du fait de sa capacité à arrêter son développement en conditions défavorables de l'hiver. La levée de la diapause est induite par la température élevée et aux conditions d'humidité, puis la larve nymphose au bas de la tige. Ce stade nymphal dure 14 à 16 jours (Delucchi, 1987).

Trois générations sont observées au cours d'une année :

- **1^{er} vol** : du fin Septembre à fin décembre

Ce premier vol est constitué par les adultes issus des larves diapausantes en fin de cycle, c'est-à-dire en début de l'hiver. Ces larves sont composées de 20% de larves du stade 4, 60% de L₅ et 20% de L₆ (Delucchi, 1987)

- **2^{ème} vol** : de mi-janvier à fin Février
- **3^{ème} vol** : de fin Février à Mai

Les larves qui ont commencé leur développement à mi-Mars ne pourraient plus achever leur développement et entre en diapause.

La Figure 2 suivante résume le cycle du *Maliarpha separatella*

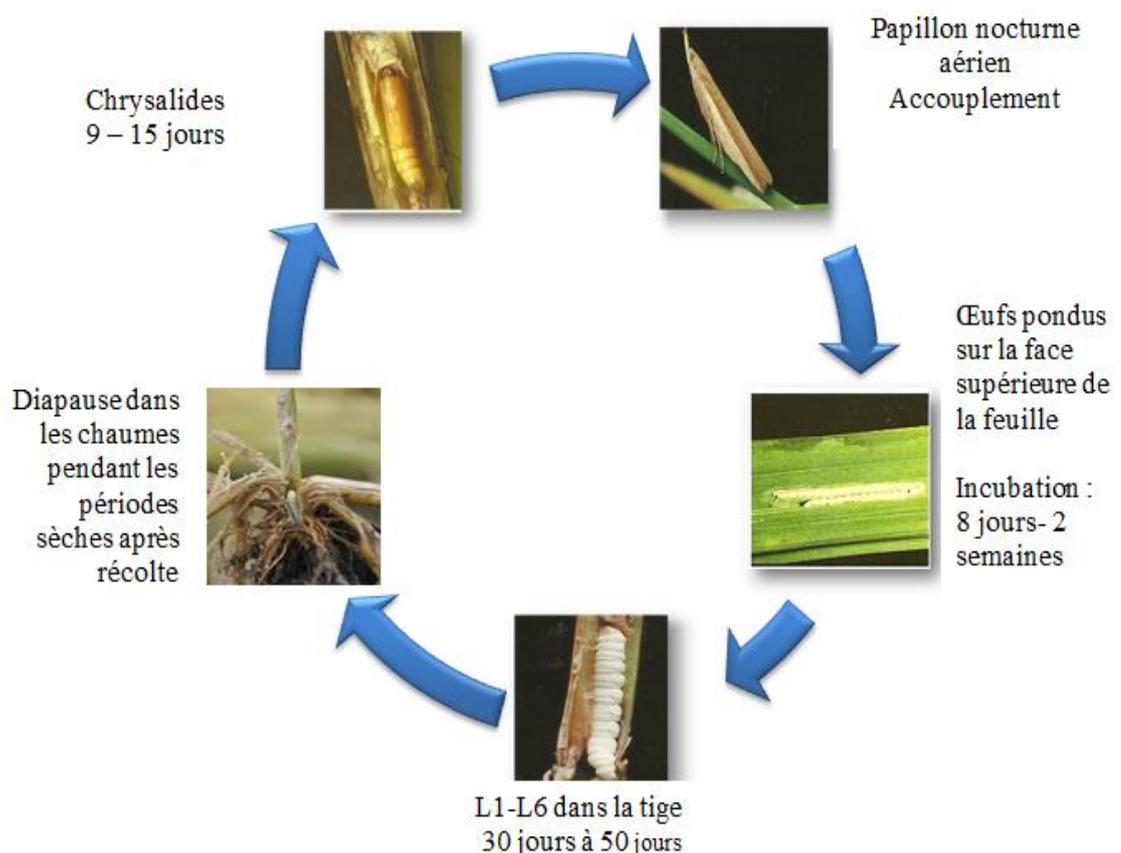


Figure 2: Cycle de *Maliarpha separatella* (borer blanc), source: Auteur

➤ Déroulement de l'attaque de *Maliarpha separatella* Ragonot

La Figure 3 suivante résume le déroulement de l'attaque de *Maliarpha separatella*, depuis la ponte jusqu'à la nymphose.

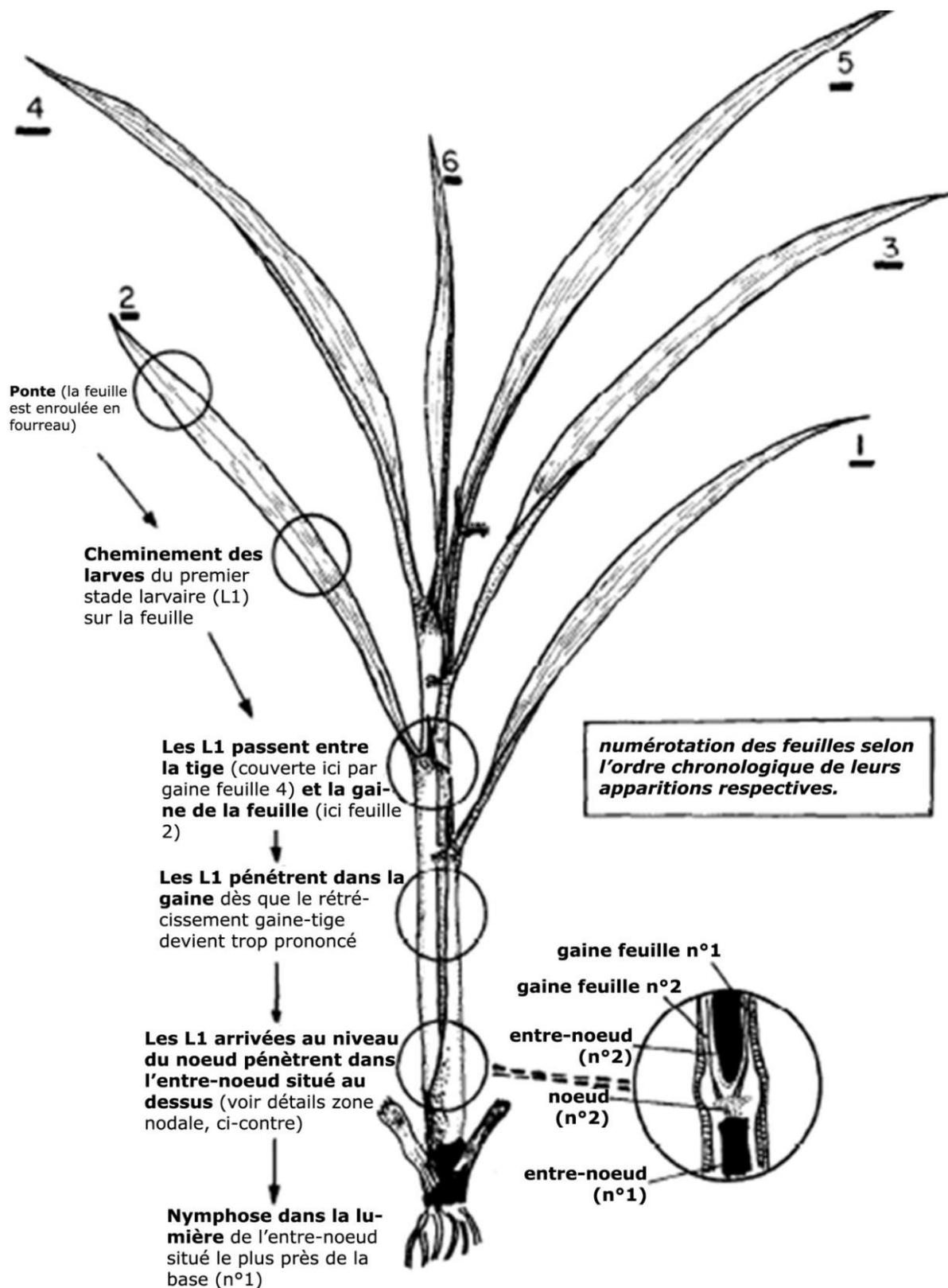


Figure 3: Déroulement de l'attaque de *Maliarpha separatella* (Pollet, 1977)

➤ Dégâts engendrés par *Maliarpha separatella* RAGONOT (1888)

Ce foreur se nourrit exclusivement des parenchymes et ne s'attaque pas aux vaisseaux conducteurs (Pollet, 1981). Sa nuisibilité se traduit que par une diminution du nombre de grains de la panicule et par la présence de panicules blanches (Figure 4) dans les rizières infestées (Delucchi, 1992).

Les symptômes des dégâts engendrés par le borer blanc peuvent être extérieurement reconnus par la présence de tâches visibles (Figure 5). Et par dissection de la tige infestée, les traces de passage du borer blanc sont témoignées par la présence d'excréments et de résidus à l'intérieur (Figure 6)

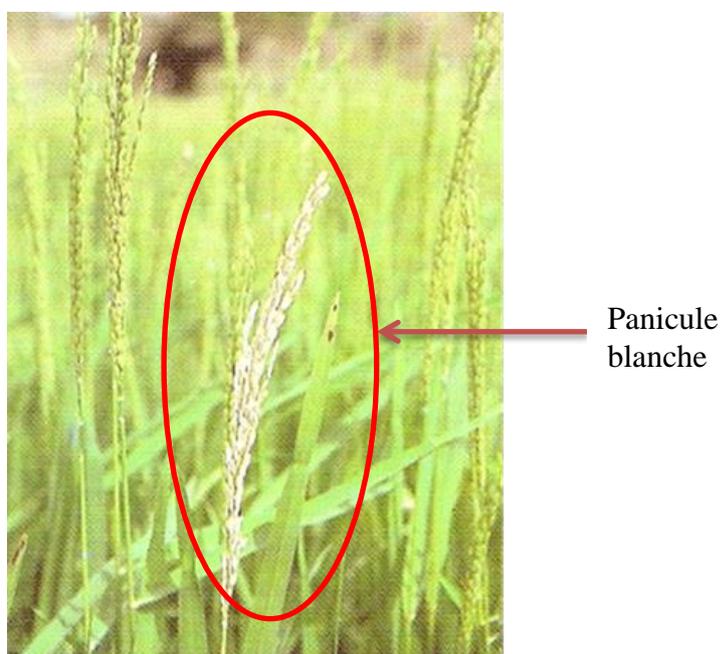


Figure 4: Panicule blanche
Source : Raveloson, 2008

Symptômes des dégâts engendrés par le borer blanc (*Maliarpha separatella*)

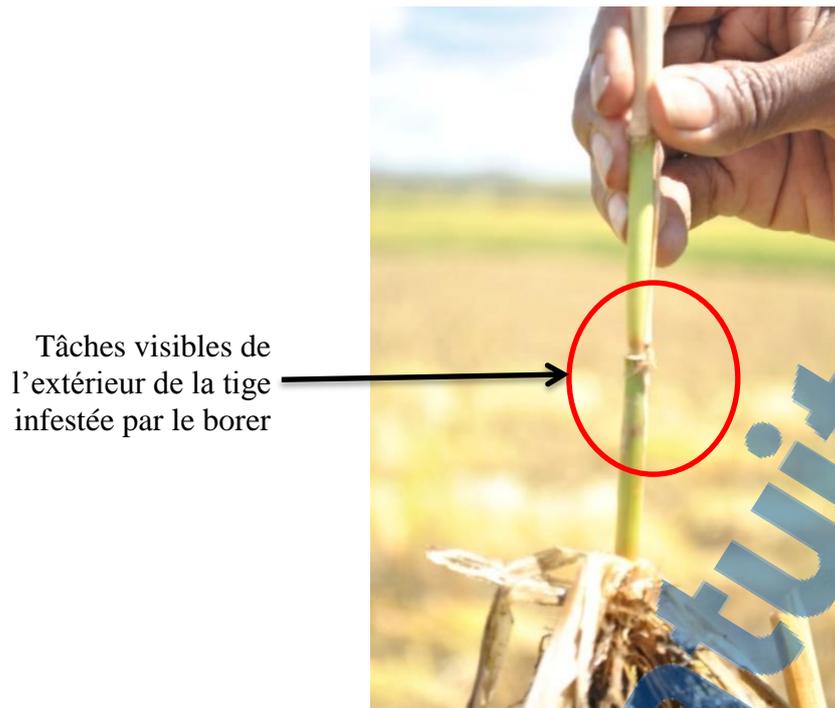


Figure 5: Les symptômes externes du dégât
Source : Auteur

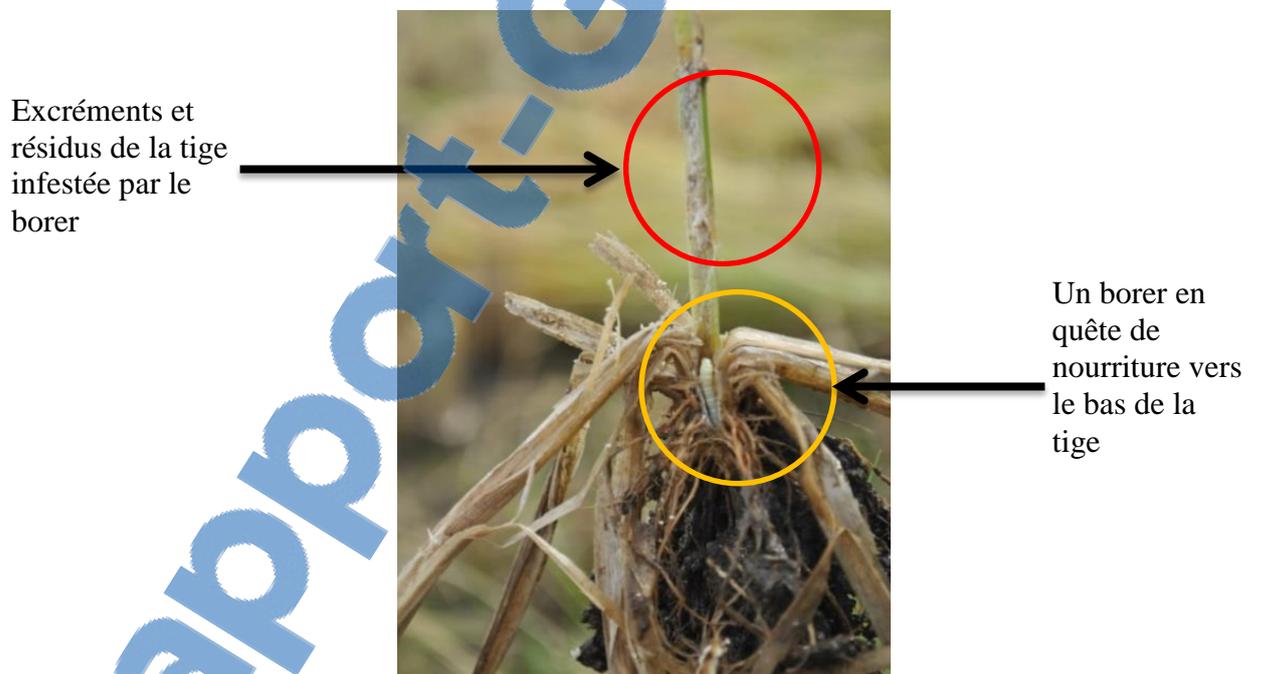


Figure 6: Les symptômes internes de la tige infestée
Source : Auteur

2.3. *Sesamia calamistis* HAMPSON (1910)

➤ Position systématique

La systématique de *Sesamia calamistis* est la suivante :

Règne :	ANIMAL
Embranchement :	INVERTEBRES
Classe :	INSECTES
SsClasse :	PTERYGOTES
S.Ordre :	MECOPTEROIDES
Ordre :	LEPIDOPTERES
S.Famille :	NOCTUOIDEA
Famille :	NOCTUIDAE
S/Famille :	AMPHIPYRINAE
Genre :	<i>Sesamia</i>
Espèce :	<i>calamistis</i> HAMPSON, 1910

➤ Cycle biologique

Son cycle comprend 4 stades : œuf, larve, chrysalide et adulte.

La femelle dépose sa ponte sur un plant à port touffu et à feuilles tendres. Après incubation de 7 à 9 jours, les larves éclosent et s'amassent en colonies. Le développement larvaire comporte 7 stades et dure 28 à 35 jours. A la fin du développement larvaire, les chenilles cessent de s'alimenter et choisissent un endroit sec pour s'y nymphoser.

En pays tropicaux, sous climat humide le cycle évolutif de *Sesamia calamistis* est pratiquement ininterrompu et pourrait comprendre 5 ou 6 générations (Brenière, 1977). Par contre, la sécheresse et le refroidissement peuvent entraîner des retards de développement.

Son cycle de développement est résumé par la Figure 7 suivante :

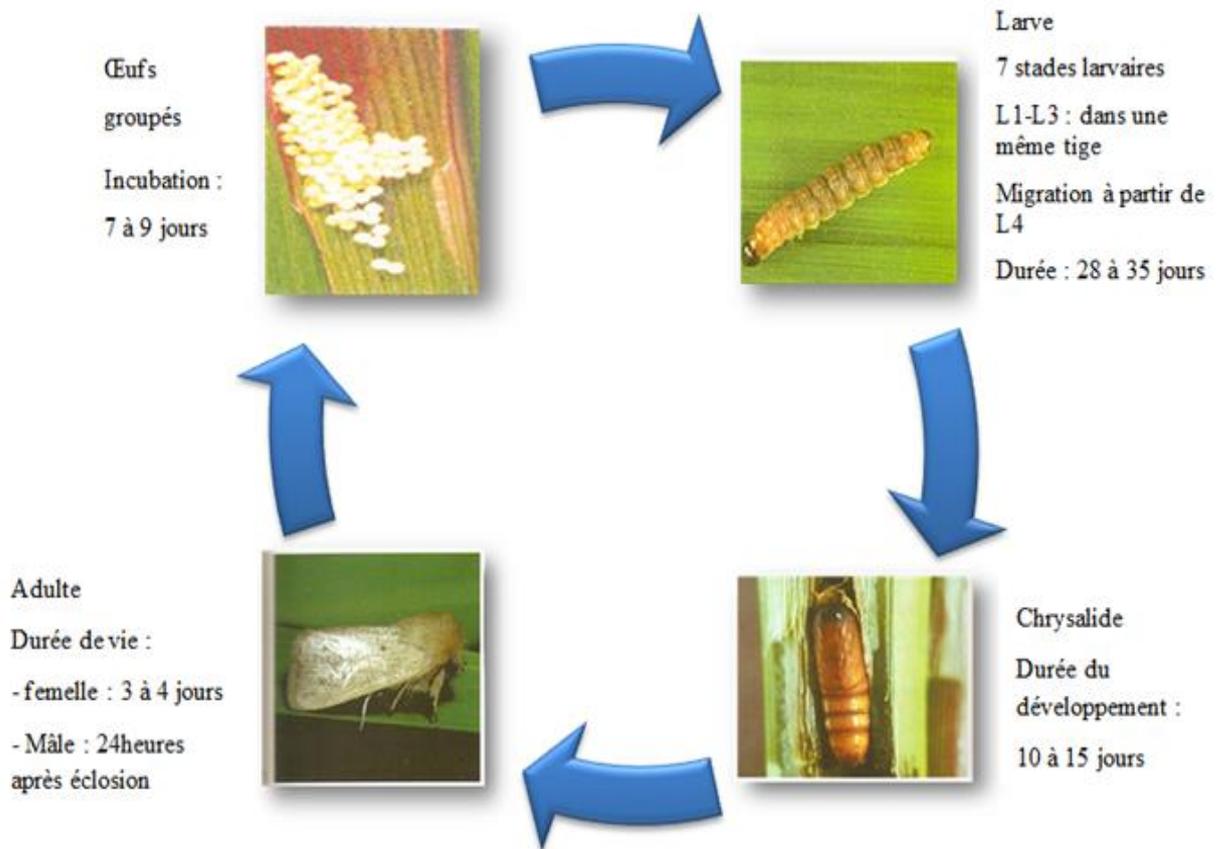


Figure 7 : Cycle de *Sesamia calamistis*

➤ Dégâts engendrés par *Sesamia calamistis* HAMPSON

Pour *Sesamia calamistis*, les dégâts sont plus importants sur le maïs que sur le riz. Ils peuvent atteindre 50% de la récolte pour le maïs si combinés à un cyclone. Pour le riz pluvial, le taux d'infestation des tiges ne dépasse pas 10 à 15% tandis que son impact sur le riz irrigué est encore mal connu (Delucchi, 1987; Raveloson, 2013).

Le riz n'est pas réceptif aux larves de *Sesamia calamistis* pendant la période de tallage.

Les plants meurent par dessèchement des feuilles lors de l'attaque au stade de la montaison. Et si l'attaque intervient pendant la période d'épiaison et floraison, la perte est plus ou moins totale par production d'épis blancs (Appert & Ranaivosoa, 1977)

➤ **Luttes contre les foreurs de tiges**

La lutte contre les foreurs devrait de préférence être préventive, du fait que les larves sont très petits et peu visibles lorsqu'elles pénètrent dans les tiges et le mal est déjà fait lorsque le dégât devient apparent.

Diverses méthodes peuvent être utilisées: la lutte chimique, la lutte préventive et la lutte curative.

- **La lutte chimique**

Avant d'utiliser cette méthode, le paysan doit s'assurer de la rentabilité du traitement, de la sécurité de l'opération et les recommandations d'utilisation de l'insecticide.

Ainsi, il faut traiter avec des insecticides de contact avant la pénétration des larves dans la tige (Dieldrine, lindane...) et avec des insecticides systémiques lorsqu'elles ont déjà pénétré à l'intérieur des tiges (Flupyradifurone, Imidaclopride).

- **Les pratiques culturales**

Le semis précoce, l'espacement restreint entre les plants et le maintien de parcelles sans adventices peuvent minimiser l'infestation de foreurs des tiges

Plusieurs pratiques culturales peuvent interrompre le cycle des foreurs, comme :

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

Ces solutions demandent suffisamment de temps, de travail et une gestion efficace de l'eau. Les méthodes culturales et la fumure favorisent un bon développement végétatif et une meilleure résistance de la plante, mais parfois, influencent aussi l'accroissement de l'infestation (cas d'une forte teneur en azote).

- **Lutte biologique**

Il y a une grande variété d'insectes qui se nourrissent des larves et des adultes de foreurs de tiges. Parmi eux il y a les parasitoïdes, comme *Bracon testaceorufatus*, *Norbanus sp*, *Phanerotoma saussurei*.

3. MATERIELS ET METHODES

3.1. Le site d'étude

Le site choisi se situe sur les Hauts plateaux à Andranovaky Mahitsy. La première raison qui justifie ce choix vient du fait que c'est une station rizicole appartenant au FOFIFA, qui a financé ce stage. Deuxièmement, des études concernant le borer blanc africain ont été effectuées sur cette même station en 1998 jusqu'en 2005 et les données concernant ces recherches sont disponibles. En dépit de toutes ces recherches déjà réalisées, ces données ne sont plus à jour.

3.1.1. La station d'Andranovaky Mahitsy

- Situation

La commune rurale de Mahitsy appartient à la région d'Analamanga et au district d'Ambohidratrimo. Située dans la partie Nord-ouest d'Antananarivo, elle se trouve à 30km du centre-ville, le long de la route nationale N°4 (RN4). Plus précisément, Andranovaky, le terrain expérimental se trouve à 4km du village de Mahitsy dans le hameau d'Ampamaho.

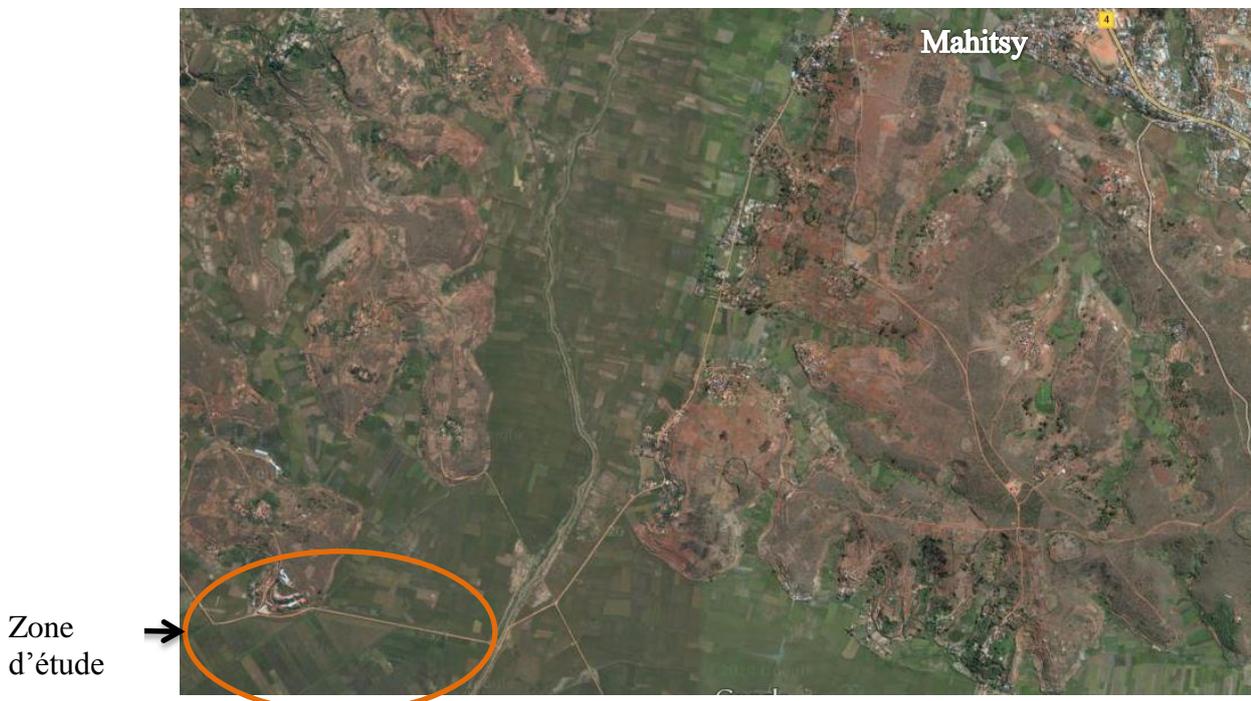


Figure 8: Plan du site d'étude (Source : Google Earth, 2015)

- Coordonnées géographiques de la station FOFIFA

- 18°48' de latitude sud et 47°20' de longitude Est

- 1337 mètres d'altitude

- **Données climatiques**

Cette partie Nord-Ouest est sous un climat tropical d'altitude, et au cours d'une année les températures fluctuent entre une minimale de 10°C et une maximale de 28°C. Quant aux précipitations moyennes enregistrées par le service de la météorologie de Novembre en Avril, elles s'étendent de 1200 à 1300 mm (Données obtenues depuis le Service de la Météorologie, Ampandrianomby)

3.1.2. Les parcelles de prélèvements

Les expérimentations ont été effectuées sur 9 rizières choisies au hasard. Situées non loin du laboratoire du FOFIFA Andranovaky Mahitsy, les rizières s'étendent sur une superficie de 2,8 ha. Séparées par une route secondaire, les rizières de part et d'autre sont tracées par des diguettes. Chacune des rizières choisies représente une variété.

La situation géographique des rizières expérimentales par rapport au laboratoire du FOFIFA Andranovaky Mahitsy est comme suit :



R1-9 : Rizière n°1-9

Figure 9: Les parcelles expérimentales

Source : Google Earth, 2015

La Figure 10 suivante montre comment étaient les rizières à chaque descente sur terrain. Au mois de Mai, les rizières étaient comblées de riz en phase de maturation tandis qu'au mois de Juillet les chaumes sont en place. Et au mois de Décembre, les rizières avaient trois aspects : en pépinière, labourées et inondées.

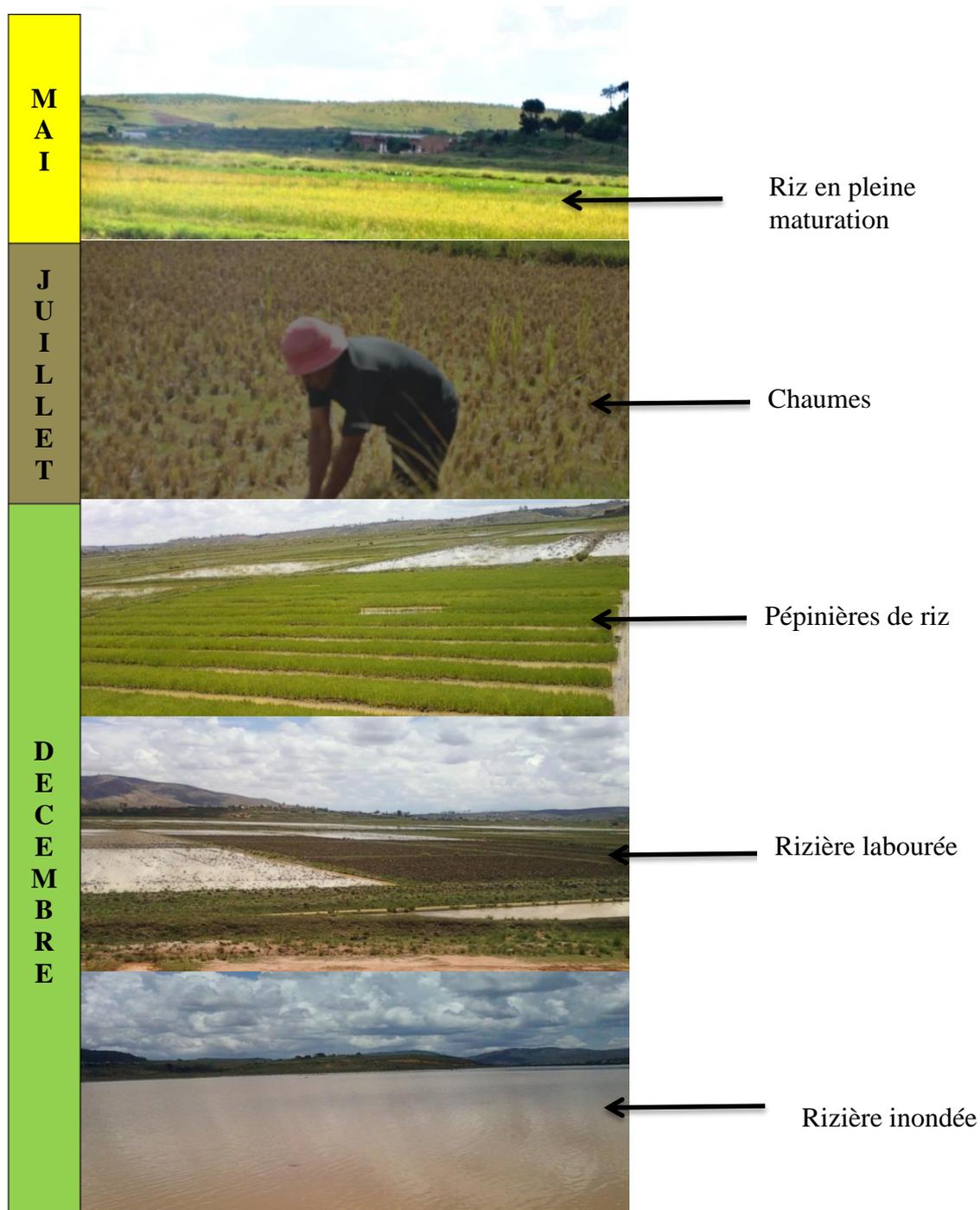


Figure 10: Etats des rizières à chaque descente (Source : Auteur)

3.2. Matériels

3.2.1. Matériel biologique végétal : le riz

➤ Les variétés choisies

Neuf variétés de riz ont été choisies, elles sont de différentes origines (introduites, locales, ou issues de croisement des variétés locales). Le Tableau 1 suivant présente la liste des variétés choisies et leurs caractéristiques.

Tableau 1: Caractéristiques variétales (source : Auteur)

VARIETES			CARACTERISTIQUES
Origine	Noms	N° de collection	
INTRODUITES	Tche-Kouai	2798	<ul style="list-style-type: none"> • Taille : 95 cm • Tiges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre moyen /touffe : 16 ➤ Fines • Feuille : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Etroites et pointues • Sensibilité moyenne
	R1		
	Mailaka	X265	<ul style="list-style-type: none"> • Taille : 90 cm • Tiges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre moyen /touffe: 19 • Feuille : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pilleuse • Résistant au froid
	R2		
LOCALES	Kalila	473	<ul style="list-style-type: none"> • Taille : 108 cm • Tiges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre moyen /touffe : 6 • Moyennement résistante aux maladies
	R3		
	Rojomena		<ul style="list-style-type: none"> • Taille : 98cm • Tiges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre moyen /touffe : 11
	R4		
	Rojofotsy	1285	<ul style="list-style-type: none"> • Taille : 100 cm • Tiges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre moyen /touffe : 10 • Feuille : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Non pilleuse
	R5		

Origine	Noms	N° de collection	CARACTERISTIQUES
ISSUES DE CROISEMENT DES VARIETES LOCALES	Manjamena	4182	<ul style="list-style-type: none"> • Taille : 108 cm • Tiges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre moyen /touffe : 5 • Feuille : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dressées • Peu attractive au borer blanc
	FOFIFA 160	4354	<ul style="list-style-type: none"> • Taille : 90 cm • Tiges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre moyen /touffe : 9 • Pas très attractive au borer blanc • Résistante
	Madirat217	2822	<ul style="list-style-type: none"> • Taille : 94 cm • Tiges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre moyen /touffe : 10 • Variété permettant un bon développement larvaire, entraînant une diminution du rendement • Peu résistante
	Soameva	4181	<ul style="list-style-type: none"> • Taille : 110 cm • Tiges : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nombre moyen /touffe : 11 • Feuille : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Paille haute • Plante vigoureuse • Attirante pour les femelles du borer blanc • Résistante aux insectes ravageurs (borer blanc)

➤ Calendrier cultural

Le calendrier cultural du riz est largement variable selon les conditions qui régulent la saison. Selon l'habitude et de la pratique adoptée par les riziculteurs, il peut y avoir plus d'une saison culturale. Pour le cas de la station d'Andranovaky Mahitsy, il n'y a qu'une seule saison qui s'étend du mois de Novembre jusqu'au mois de Juin.

Le cycle cultural des variétés choisies varie entre 177 à 213 jours. Ces durées correspondent respectivement aux variétés Kalila (473) et Manjamena (4182).

Le calendrier cultural pour chaque variété choisie est résumé par le tableau ci-dessous

Tableau 2 : Le calendrier cultural des variétés (Source : Auteur)

Variétés	Calendrier cultural						
	Semis	Repiquage	Tallage	Montaison	Maturation	Durée du cycle (jours)	
						Exp*	Ref**
Tche-Kouai (2798)	26/11/2013	20/01/2014	17/03/2014	09/05/2014	16/06/2014	202	160
Mailaka (X265)	22/11/2013	27/12/2013	07/02/2014	17/04/2014	28/05/2014	187	150
Kalila (473)	06/11/2013	12/12/2013	03/02/2014	26/03/2014	02/05/2014	177	160
Rojomena (Paysans)	26/11/2013	20/01/2013	2014	2014	16/06/2014	202	165
Rojofotsy (1285)	22/11/2013	27/12/2013	17/02/2014	28/04/2014	06/06/2014	196	170
Manjamena (4182)	22/11/2013	17/01/2014	28/02/2014	28/04/2014	23/06/2014	213	150
FOFIFA 160 (4354)	22/11/2013	08/01/2014	19/02/2014	11/04/2014	22/05/2014	181	155
Madirat217 (2822)	21/11/2013	17/01/2014	21/02/2014	05/05/2014	10/06/2014	201	160
Soameva (4181)	22/11/2013	13/01/2014	03/03/2014	07/04/2014	02/06/2014	192	150

* *Durée expérimentale du cycle variétal*

** *Durée de référence du cycle variétal, selon les fiches techniques du FOFIFA*

3.2.2. Matériel biologique animal : *Maliarpha separatella* ou borer blanc

➤ Critères de détermination

- *Adulte* (Figure 11)
 - 11 à 14 mm de long
 - Ailes :
 - Partie centrale : jaune crème dans la partie centrale
 - Arrière : et recouverte d'écailles brunes



Figure 11: Un adulte de *Maliarpha separatella*
Source : Philippe Bousset, 1992

Il y a dimorphisme sexuel, selon le tableau suivant :

Tableau 3 : Dimorphisme sexuel chez *Maliarpha separatella*

Caractères	Femelle	Mâle
Coloration	Brune à blanche crème	Plus sombre
Antennes		Longues et légèrement recourbées vers la base
Palpes labiaux	Allongés vers l'avant au repos	Dressés vers le haut au repos
Ailes	En forme de toit au repos	

- **Œuf** (Figure 12)
 - Taille : 0,44 mm
 - Forme oblongue
 - Couleur : Blanche à blanche jaunâtre



Œufs oblongs
entassés en lignes
parallèles

Figure 12: Œufs de *Maliarpha separatella*
(Source : Raveloson. L, 2008)

- **Larve** (Figure 13)
 - Teinte : blanchâtre
 - Tête très brune
 - Présence de bourrelets au niveau du prothorax, dissimulant le cou

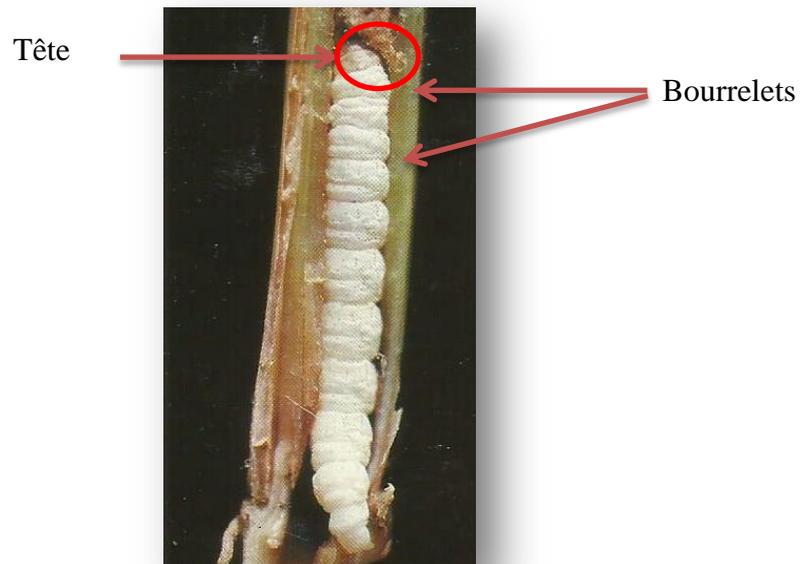


Figure 13: Une larve de *Maliarpha separatella*
(Source : Philippe Bousset, 1992)

- **Chrysalide** (Figure 14)
 - Teinte brune claire
 - Immobile dans la tige

- 5^e et 6^e segments abdominaux : Présence de traces de fausses pattes (partie ventrale)



Chrysalide

Figure 14: Une chrysalide de *Maliarpha separatella*
(Source : Raveloson, 2008)

3.2.3. Matériels techniques

Plusieurs matériels ont été utilisés pour réaliser les travaux :

MATERIELS

Une loupe (Figure 15) a été utilisée pour observer les symptômes d'attaque de *M. separatella*.



Figure 15: Loupe (Source : Auteur)

Un appareil photo (Figure 16) pour mémoriser les observations sur terrain.



Figure 16: Appareil photo (Source : Google)

MATERIELS

Un bloc note et un crayon (Figure 17) pour noter les données.

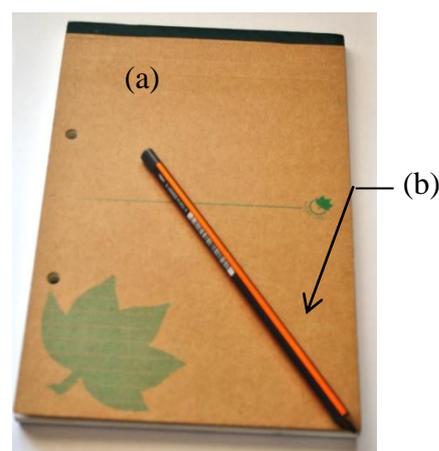


Figure 17: (a) Bloc note (b) Crayon
Source : Auteur

Un GPS (Figure 18) a été utilisé pour prendre les coordonnées géographiques des parcelles de rizières étudiées.



Figure 18: Un GPS (Source : Auteur)

Une bêche (Figure 19) a été utilisée pour arracher les chaumes, dans le cas où ils étaient durs à arracher à la main.



Figure 19: Une bêche (Source : Auteur)

Des sacs en plastique grand modèle (Figure 20) pour y mettre les chaumes, par variété.



Figure 20: Un sac en plastique (Source : Auteur)

MATERIELS

Des piluliers (Figure 21a) remplis d'alcool 70° et des boîtes de 7,5 cm de diamètre (Figure 21b) pour mettre les insectes capturés.

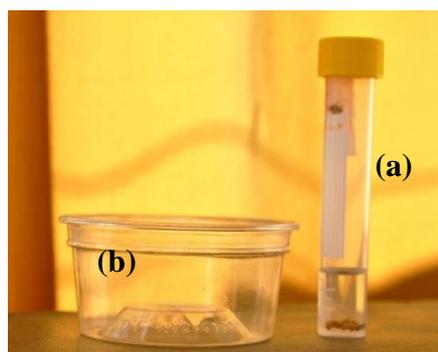


Figure 21: (a) Un pilulier, (b) Une boîte en plastique
(Source : Auteur)

Un piège lumineux (Figure 22)

Le matériel adopté était un trépied, une méthode utilisée lors des travaux effectués au Lac Alaotra, pour le PLI en 1987. Sauf que pour le cas présent, faute de moyen, le dispositif a été fabriqué manuellement, ce qui explique certaines imperfections.

Le trépied avait une hauteur de 2 mètres, sur ce dispositif a été accrochée une lampe à pétrole qui a été protégé du vent et de la pluie par une toiture en sachet plastique. Au-dessous de la lampe se trouvait une cuvette en plastique (40cm de diamètre) contenant de l'eau savonneuse pour la récupération des insectes obtenus par le piège. Le savon utilisé était du type savon de Marseille.

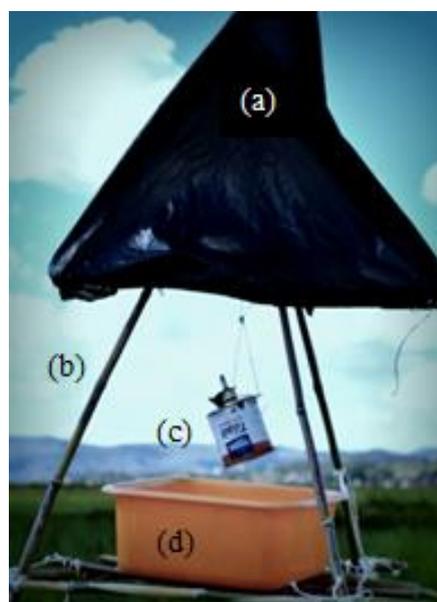


Figure 22: Un trépied pour le piégeage nocturne
(Source: Auteur)

- a) Toit
- b) Pied
- c) Lampe à pétrole
- d) cuvette

3.3. Méthodologie

3.3.1. Evaluation de l'abondance du borer blanc ou *Maliarpha separatella*

La collecte, la dissection des chaumes et le piégeage nocturne contribuent à l'évaluation de l'abondance de *Maliarpha separatella*.

- Collecte et dissection des chaumes

Afin de mener à bien les recherches, plusieurs étapes ont été indispensables :

Etape N°1- La prospection sur le terrain a débuté au mois de Mai 2014. Cette prospection a permis d'avoir un aperçu sur le lieu d'étude, c'est-à-dire avoir toutes les données nécessaires afin d'effectuer les prélèvements ultérieurs.

Des repérages des rizières et des variétés sur lesquelles se feront les échantillonnages ont été faits. Les rizières ont été évaluées pour voir si *Maliarpha separatella* est présente ou non sur le site.

Etape N°2- La délimitation des parcelles d'étude s'est déroulée au mois de Juillet 2014,

9 rizières non traitées aux insecticides, avec 9 variétés de riz ont été choisies.

Le Tableau n°4 ci-dessous donne les caractéristiques de chaque rizière.

Tableau 4: Caractéristiques des rizières (Source : Auteur)

Variétés	Code des rizières	Surface en m ²
Tche Kouai(2798)	R1	3273
Mailaka(X265)	R2	4329
Kalila(473)	R3	4671
Rojomena (Paysans)	R4	350
Rojofotsy(1285)	R5	3814
Manjamena(4182)	R6	1579
FOFIFA 160 (4354)	R7	5967
Madirat 217 (2822)	R8	1198
Soameva(4181)	R9	3120

R : rizière

Etape N°3- Prélèvement au hasard de 30 chaumes par variété de riz, fait à la main. Mais pour le cas des chaumes qui ont été difficiles à arracher, une bêche a été utilisée.

Etape N°4- Mise en sac des chaumes par variété afin de faciliter l'exploitation des données. Chaque sachet a été étiqueté (code de rizière et date).

En même temps, les larves de *Maliarpha separatella* ont été mises dans des boîtes ou piluliers étiquetés (code de rizière et date) et rangées par variété afin de pouvoir les compter en plus de celles obtenues après dissection.

Etape N°5- Dissection (Figure 24) tige par tige des chaumes par variété, de manière à séparer au comptage les tiges saines des tiges infestées. Et le nombre de larves et de chrysalides de *M. separatella* (Saines, malades, et mortes) a été également noté dans un tableau de comptage (Annexe 5) afin de faciliter les traitements statistiques.

Les étapes n°3-n°5 vont être récapitulées par les Figure 23 et 24

Cette dissection a pour but d'évaluer l'abondance du borer blanc en calculant son taux d'infestation pour chaque variété, ensuite déterminer si les variétés du riz influent sur l'attractivité du borer blanc.

Le taux d'infestation s'évalue en fonction des tiges infestées par le borer blanc par rapport à la totalité des tiges disséquées.

Le calcul se fait comme suit :

$$T_i = \frac{N_i}{N_d} \times 100$$

T_i : taux d'infestation

N_i : nombre de tiges infestées

N_d : nombre total de tiges disséquées

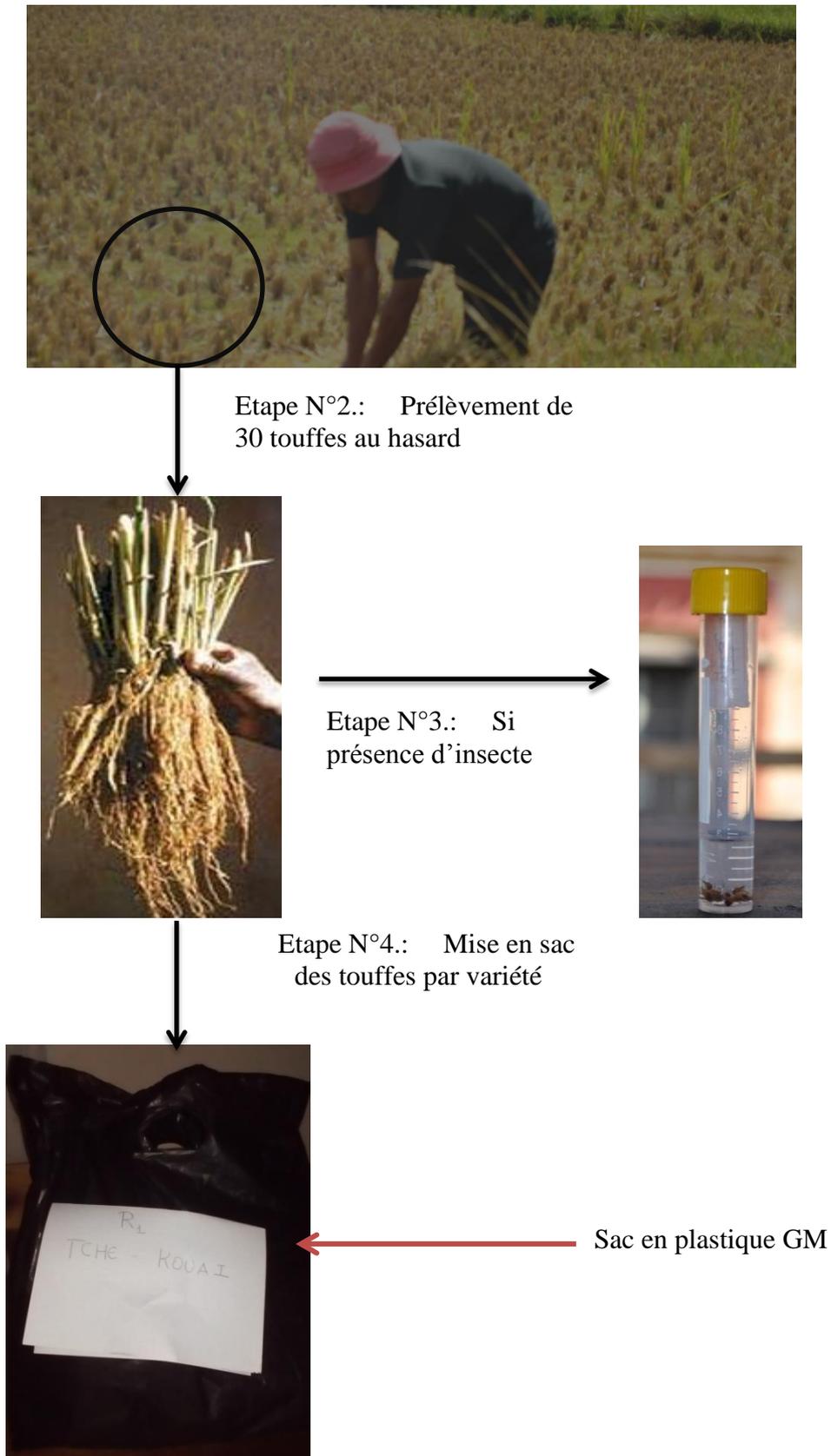


Figure 23: récapitulation de la collecte des chaumes (Source: Auteur)

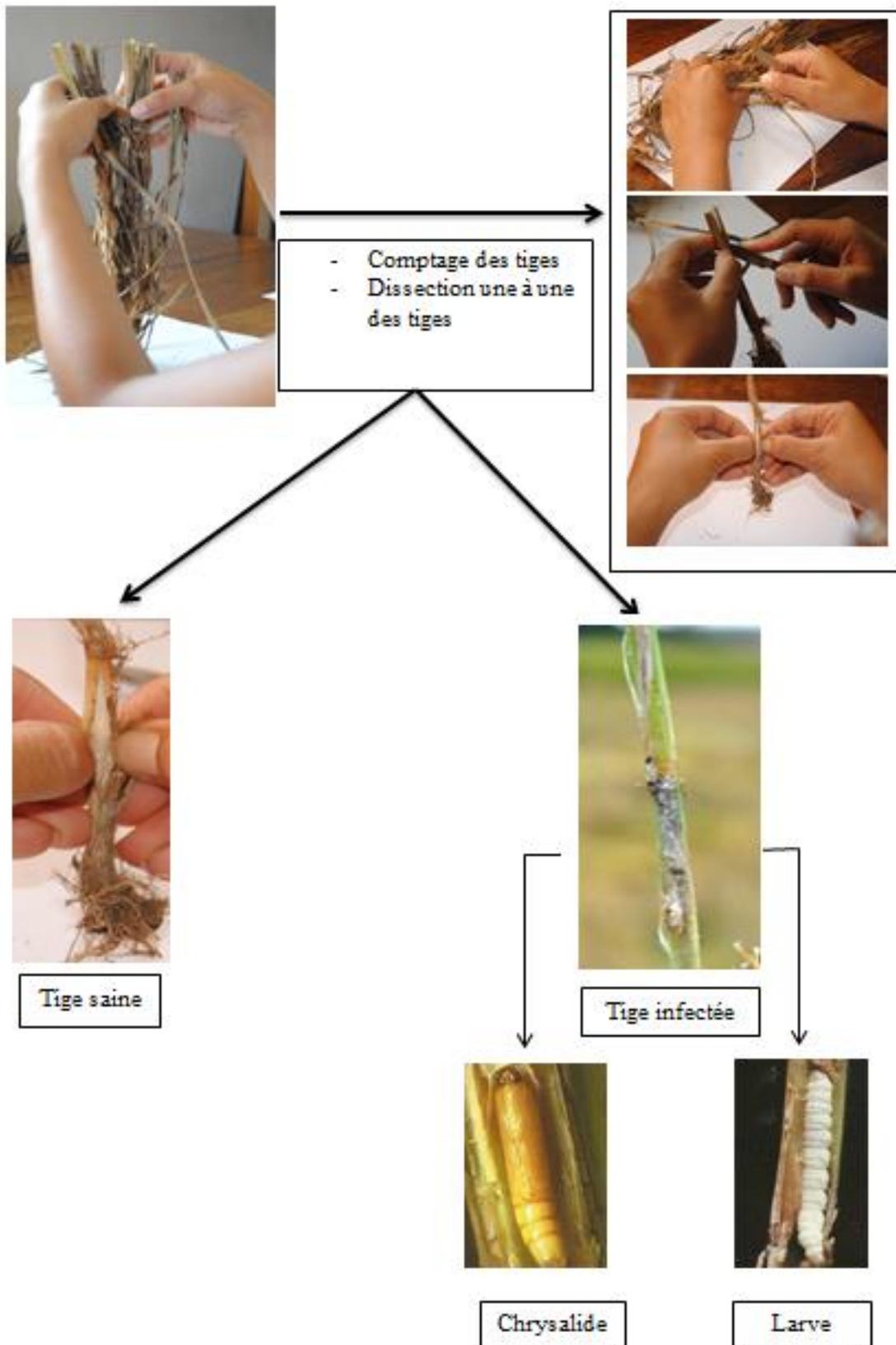


Figure 24: Dissection des chaumes (Source: Auteur)

- Analyse des résultats

L'attractivité du borer blanc vis-à-vis des variétés du riz choisies, sera analysée par ANOVA si l'échantillon suit une loi Normale. Mais si l'échantillon ne suit pas une loi Normale, le test de Kruskal-Wallis sera utilisé à l'aide du logiciel XLSTAT-2015.

Le test de normalité sera fait à partir du test de Shapiro-Wilk, du logiciel XLSTAT-2015.

Si $p\text{-value} < 0,05$, l'échantillon ne suit pas une loi Normale.

Par contre si $p\text{-value} > 0,05$, l'échantillon suit une loi Normale.

Après avoir effectué le test de normalité, les échantillons (ici : variétés de riz) seront tester si ils proviennent de la même population (site XLSTAT) ou non. Grâce au test ANOVA ou Kruskal-Wallis, l'influence des variétés de riz sur l'attractivité du borer blanc sera mise en évidence.

Ensuite, des comparaisons multiples par pair suivant la procédure de **Steel-Dwass-Critchlow-Fligner** seront effectuées par le même logiciel (XLSTAT-2015) afin de rassembler les variétés qui ont les mêmes caractéristiques.

- Piégeage nocturne

Le piégeage nocturne s'est effectué au mois de Décembre et avait pour but d'évaluer l'abondance des adultes de *Maliarpha separatella* éclos et participant au premier vol.

Ce mode de piégeage consiste à attirer les ailés grâce à la lumière utilisée.

Pour ce faire, le piège lumineux a été placé au milieu des rizières d'étude sur une diguette.

Cette pratique se faisait sur une fréquence de 5 nuits successives et répartie sur des tranches de 2 heures allant de 19 heures à 06 heures du matin. La récupération des insectes obtenus se fait à l'aide d'un aspirateur à bouche, puis ils sont mis dans des flacons contenant de l'alcool à 70°, pour les conserver en vue d'éventuelles identifications au laboratoire pour le cas des insectes autres que *Maliarpha separatella*.

3.3.2. Impact du taux d'infestation de *Maliarpha separatella* sur le rendement du riz

3.3.2.1. Enquêtes sur l'impact en 2004, 2005

Pour voir la corrélation entre le taux d'infestation du borer blanc et la perte du rendement, il s'avère nécessaire d'avoir des données de comparaison. Cette enquête donnera quelques données utilisables pour ce test.

3.3.2.2. Evaluation de la perte du rendement en 2014

La perte du rendement pour l'année 2014 sera évaluée à partir des données obtenues après l'enquête.

$$P_{b2} = (T.I_2 * P_1) / T.I_1$$

Avec :

P_{b2} : perte du rendement due au borer blanc (%)

P_1 : perte du rendement avant (%)

$T.I_1$: taux d'infestation du borer blanc avant

$T.I_2$: taux d'infestation du borer blanc en 2014

3.3.2.3. Corrélation entre le taux d'infestation de *Maliarpha separatella* et la perte du rendement en 2014

A l'aide du logiciel Excel, la mise évidence de l'influence qu'a le borer blanc sur le rendement a été effectuée à partir de la construction des nuages de points. Pour cela, les données sur la perte du rendement en 2004, 2005 et en 2014 ont été utilisées.

L'analyse porte sur la liaison entre la variable expliquée (Perte du rendement) sur la variable explicative (Taux d'infestation). Cette liaison est modélisée par une fonction de type : $Y = a + bX$

Avec :

Y : Rendement

X : Taux d'infestation

a : Ordonnée à l'origine (valeur de Y pour X=0)

b : Pente (variation moyenne de la valeur de Y pour une augmentation d'une unité de X)

Partant des données en possession, la perte du rendement à 100% d'infestation peut être calculée. Si entre les deux valeurs de la perte à 100% (en 2004, 2005 et 2014) n'y a aucune différence significative, l'équation de la droite de régression linéaire pourra être utilisée pour effectuer des prévisions.

La perte du rendement à 100% d'infestation par *Maliarpha separatella* est donnée par la formule suivante :

$$P(100\%) = (100 * P) / T.I$$

Avec

P(100%) : perte à 100% d'infestation par *Maliarpha separatella*

P : perte du rendement

T.I : Taux d'infestation de *Maliarpha separatella*.

4. RESULTATS

4.1. Evaluation de l'abondance du borer blanc ou *Maliarpha separatella*

- Résultats de la collecte et la dissection des chaumes

La dissection des chaumes par variété a permis de construire le Tableau 5 résumant les résultats.

Au total, 2916 tiges ont été disséquées pour toutes les variétés et 2264 tiges témoignaient la présence de traces d'attaque du borer blanc. Les tiges infestées représentaient 77,64% de la totalité des tiges disséquées.

Seulement 25,24% des larves (saines, malades ou mortes) et chrysalides ont été recensés et 52,40% ont probablement déjà émergées.

Tableau 5: Résultats de la dissection des tiges (Source: Auteur)

Variétés	Nb tiges	Tiges attaquées	Larves vivantes	Larves mortes	Larves malades	Chrysalides
Kalila	193	129	27	21	2	5
Soameva	344	287	118	9	0	0
Rojofotsy	303	273	71	21	0	0
Madirat217	308	254	97	17	1	0
Manjamena	136	20	2	2	0	0
Mailaka	581	569	270	38	1	5
FOFIFA 160	263	68	16	2	0	0
Tchekouai	465	412	4	0	0	0
Rojomena	323	252	7	0	0	0
Total	2916	2264	612	110	4	10
Pourcentage	100,00	77,64	20,99	3,77	0,14	0,34

La Figure 25 montre l'abondance et l'attractivité du borer blanc pour chaque variété. Parmi toutes les variétés, Mailaka (X265) est la plus infestée par le borer blanc avec un taux d'infestation de 97,94%, tandis que les variétés Manjamena (4182) et FOFIFA160 (4354) sont les moins infestées (18,72% et 30,69%).

D'après le test de Kruskal-Wallis, les valeurs observées sont au nombre de 152,31 et la *p-value* est inférieure à la valeur de alpha, donc les échantillons proviennent de populations différentes.

Les variétés à caractéristiques semblables (aucune différence significatif) sont marquées par les mêmes lettres et celles à caractéristiques différentes par des lettres différentes (A, B, BC, C)

Les bâtons (variétés) surmontés par les mêmes lettres représentent une même catégorie, donc n'ont aucune différence significative. Par contre ceux dont les lettres les surmontant sont différentes présentent des différences significatives.

Les chiffres au-dessus des bâtons sont les pourcentages d'infestation de chaque variété de riz par le borer blanc (exprimés en %).

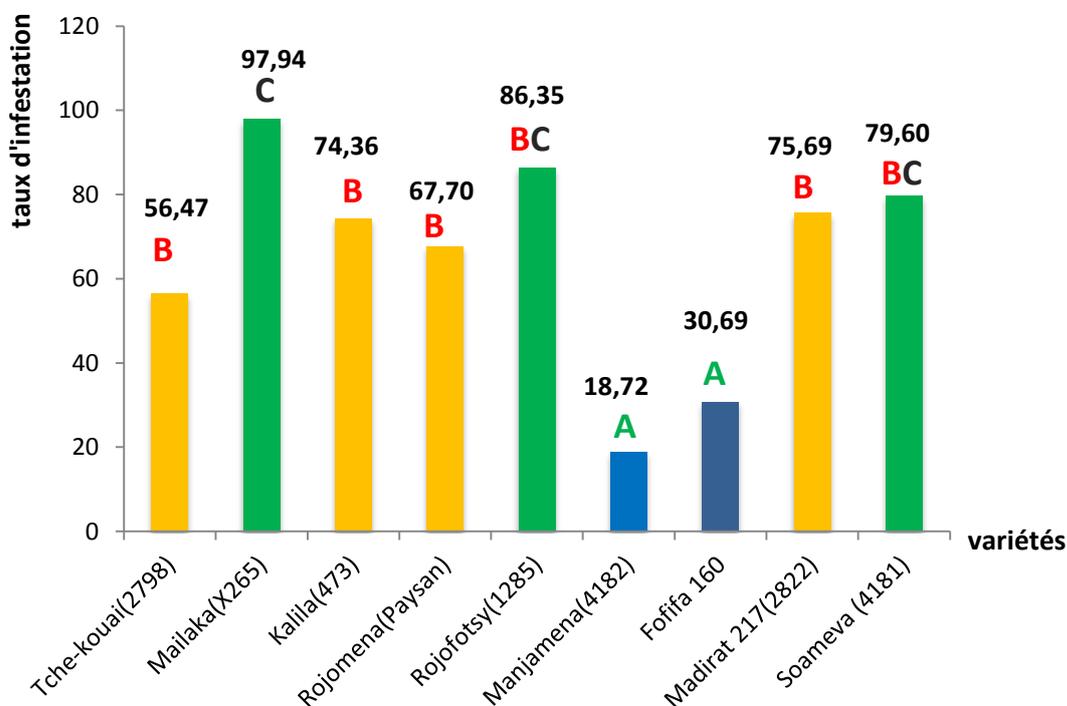


Figure 25 : Abondance et attractivité du borer blanc en fonction des variétés

K (valeurs observées):152,31 ; *p-value*: <0,0001 ; *alpha*: 0,05

Mémoire de fin d'études Diplôme d'Etudes Approfondies

- Résultats des pièges lumineux

Le piégeage a été effectué au mois de Décembre où on devait rencontrer le premier vol de *Maliarpha separatella*, mais aucun adulte n'a été obtenu.

4.2. Impact du taux d'infestation de *Maliarpha separatella* sur le rendement du riz

- Enquêtes sur l'impact en 2004, 2005

Parmi les neuf variétés utilisées pour cette étude, seules quatre ont fait l'objet de recherche concernant le borer blanc dans le site du FOFIFA Andranovaky Mahitsy. Pour un taux d'infestation entre 30 à 90%, la perte du rendement due au borer blanc varie de 4 à 12 %.

La perte maximale du rendement correspond à celle de Rojofotsy, avec 12% de perte pour 64,9% d'infestation.

La perte minimale du rendement est celle de Manjamena, avec 30% d'infestation et la perte du rendement est de 11%.

Les résultats de cette enquête sont donnés par le Tableau 6 suivant :

Tableau 6: Incidence du *Maliarpha separatella* Ragonot (2004 et 2005)

Variétés	Taux d'infestation (%)	Perte du rendement due aux borers blancs (%)
Rojofotsy (1285)	64,9	12
Soameva (4181)	90	11
Manjamena (4182)	30	4
Madirat217 (2822)	40	10

- **Evaluation de la perte du rendement en 2014**

En 2014, la perte du rendement sur les quatre variétés : Manjamena, Rojofotsy, Soameva et Madirat217 varie de 2,50 à 18,92%.

La perte maximale du rendement correspond à 18,92%, c'est celle de Madirat 217 pour une infestation de 75,69%.

La perte minimale du rendement équivaut à 2,50% et correspond à celle de Manjamena pour une infestation de 18,72%.

Le Tableau 7 résume ces résultats :

Tableau 7 : Evaluation de la perte du rendement en 2014

Variétés	Taux d'infestation (%)	Perte du rendement due aux borers blancs (%)
Rojofotsy	86,35	16,34
Soameva	79,60	9,73
Manjamena	18,72	2,50
Madirat217	75,69	18,92

- Corrélation entre le taux d'infestation et la perte du rendement

La Figure 26 montre qu'il y a bien une corrélation entre le taux d'infestation du borer blanc et la perte du rendement. Les droites de régression linéaires montrent que pour chacune des variétés, plus le taux d'infestation augmente plus la perte du rendement est élevée.

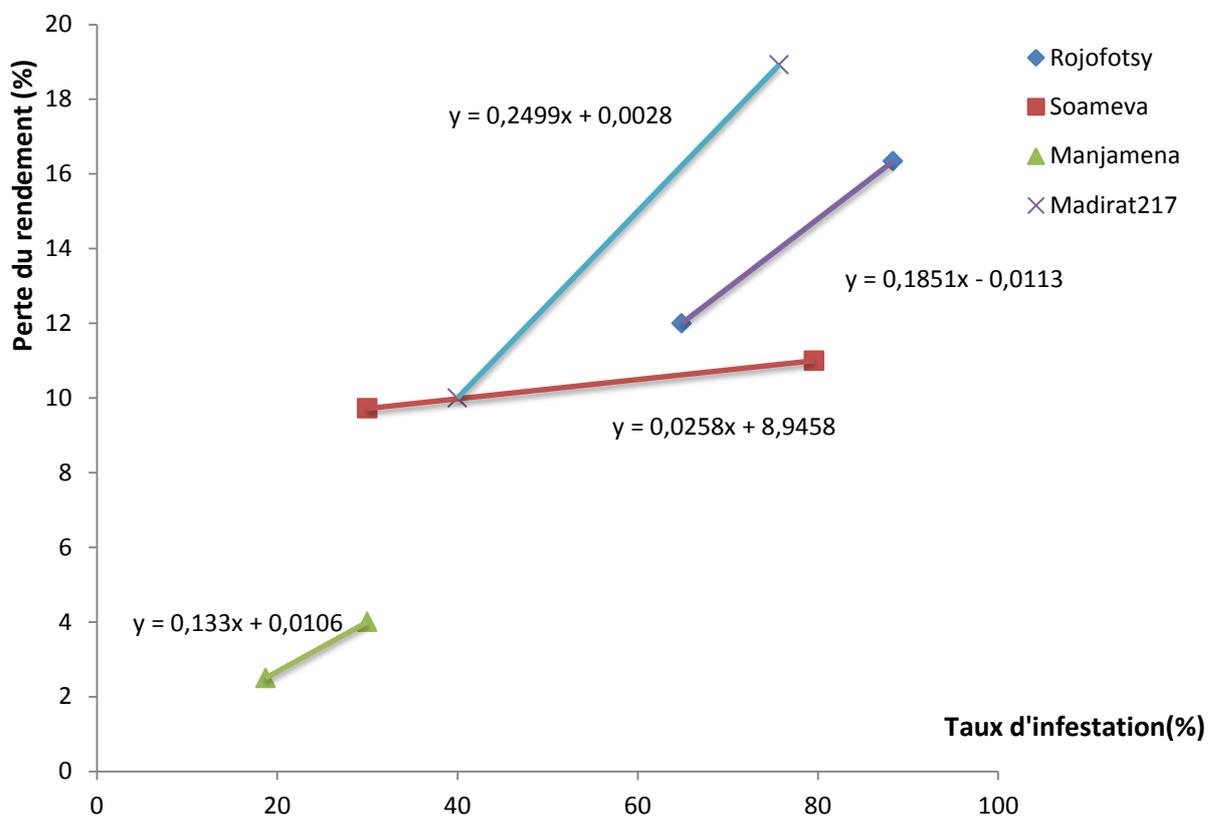


Figure 26 : Corrélation entre le taux d'infestation et la perte du rendement

- **Estimation de la perte du rendement à 100% d'infestation par le borer blanc**

En comparant les valeurs des pertes du rendement à 100% d'infestation, il n'y a aucune différence significative.

Tableau 8 : Estimation de la perte du rendement à 100% d'infestation par le borer blanc

Variétés	T.I ₁	P ₁	P ₁ (100)	T.I ₂	P ₂	P ₂ (100)
Rojofotsy	64,9	12	18,49	88,35	16,34	18,49
Soameva	90	11	12,22	79,6	9,73	12,22
Manjamena	30	4	13,33	18,72	2,50	13,33
Madirat217	40	10	25,00	75,69	18,92	25,00

TI₁ : Taux d'infestation (2004, 2005)

P₁ : Perte du rendement en 2004, 2005

P₁(100) : perte du rendement à 100% d'infestation en 2004, 2005

TI₂ : Taux d'infestation 2014

P₂ : Perte du rendement 2014

P₂(100) : perte du rendement à 100% d'infestation en 2014

5. DISCUSSIONS

Sur les 2916 tiges disséquées 77,64% ont été infestées par *Maliarpha separatella* Ragonot(1888), mais seulement 25,24% de larves et chrysalides ont été recensés. Pour le reste, certains ont probablement déjà émergé d'autres sont morts ou ont fait l'objet de prédation. Selon Delucchi en 1987, *M. separatella* est parasitée par différents Hyménoptères comme *Phanerotoma saussurei* KHOL et *Bracon testaceorufatus* GRANGER, qui sont des espèces présentes à la station d'Andranovaky Mahitsy.

En fonction de leurs propres caractéristiques variétales, l'attractivité de *Maliarpha separatella* Ragonot (1888) pour les différentes variétés du riz est variable.

Plusieurs caractéristiques déterminent l'attractivité de *M. separatella* pour les variétés telles que la taille de la plante, la durée du cycle phénologique de la variété, la largeur et la qualité de la feuille, la vigueur de la plante et les stimuli émis par la plante qui permet la coïncidence avec l'abondance du borer blanc (Ranaivoson & Raveloson, 2011). Il y a également l'origine de la variété qui influe sur l'attractivité du borer blanc, les variétés introduites sont plus attractives aux femelles du borer blanc (Rahalivavololona, 1999).

Dans le cadre de ce travail, la longueur du cycle et la taille de la plante sont évaluées autour de leur moyenne. La durée moyenne du cycle des variétés choisies est de 195 jours, et leur taille moyenne est de 99 cm.

Selon l'affinité du borer blanc par rapport aux variétés, ces dernières ont été classifiées en trois catégories, dont : les variétés attractives, moyennement attractives et peu attractives.

Les variétés à feuilles tendres sont plus attractives aux femelles de *Maliarpha separatella* Ragonot (Rahalivavololona, 1999). De même pour les variétés vigoureuses, avec un plant érigé et ayant un cycle court (Ranaivoson & Raveloson, 2011).

Parmi les neuf variétés choisies, trois sont classées parmi les variétés attractives. Ces variétés sont Mailaka (X265), Rojofotsy (1285) et Soameva (4181). Leurs taux d'infestation sont respectivement 97,94 - 86,35 et 79,60 %.

L'attractivité de *Maliarpha separatella* pour les trois variétés s'explique par le fait que : Mailaka est une variété introduite, à feuilles tendres, et possédant un cycle court (187 jours), le plus court de toutes les variétés choisies.

Rojofotsy et Soameva sont des variétés vigoureuses ayant une taille supérieure à 99 cm (100-110 cm) et un cycle de durée avoisinant la moyenne 196 et 192 jours.

Quatre variétés sont moyennement attirantes pour la femelle de *Maliarpha separatella*, dont Tche-kouai (2897), Rojomena (Paysan), Kalila (473), Madirat 217 (2822).

Les variétés Tche- kouai et Rojomena ont des feuilles étroites et de petites tailles (95 et 98 cm) mais enregistrent quand même des taux d'infestation moyen de 56,57- 67,70%.

Madirat 217 permet un bon développement larvaire due à la qualité de son feuillage et possède un taux d'infestation de 75,69%.

Kalila a une durée du cycle court (177 jours) et attire le borer blanc à 74,36%.

Les deux dernières variétés Manjamena (4182) et FOFIFA 160 (4354) sont les moins attractives de toutes les variétés choisies.

Manjamena est une variété à feuilles dressées et non tendres, son cycle phénologique est le plus long (214), d'où sa qualité d'attraction faible pour *Maliarpha separatella* avec un taux d'infestation de 18,72%.

FOFIFA 160 est une plante demi naine (90 cm) et donc peu attractive aux femelles du borer blanc (30,69%).

Un piégeage nocturne a été mis en place au mois de Décembre pour évaluer l'abondance de *Maliarpha separatella* lors de leur premier vol, et identifier si possible les parasitoïdes susceptibles d'être utilisés comme moyen de lutte contre le borer blanc. Le résultat de ce piège lumineux a été nul suite à de nombreuses contraintes. La période ciblée pour repérer le premier vol des borers coïncidait avec le passage des fortes pluies qui se succédaient chaque nuit, donc le temps a été un facteur limitant pour cette pratique.

D'après ces analyses, les variétés sont toutes plus ou moins infestées par le borer blanc. Mais est-ce que cette infestation a-t-elle une quelconque influence sur la baisse du rendement ?

Par rapport aux études antérieures, la relation entre le taux d'infestation du borer blanc et la perte du rendement en 2014 suivent une même tendance. Pour chaque variété analysée, plus le taux d'infestation est élevé plus la perte du rendement augmente. Cependant, le même taux d'infestation pour deux variétés différentes ne donne pas forcément les mêmes effets sur le rendement.

Au lac Alaotra, une infestation du riz de 60 à 100% implique 22 à 24% de perte du rendement (Bianchi, 1989).

Pour les quatre variétés mises à l'épreuve : Soameva et Rojofotsy ont été infestées à 79,60 et 88,35% et leur rendements ont subi 9,73 et 16,34% de perte. Par rapport à Madirat 217, qui a 75,69% d'infestation pour 18,92% de baisse du rendement. Et pour Manjamena, 18,72% d'infestation par le borer blanc implique 2,50% de perte du rendement.

En effet, l'impact du borer blanc sur les variétés diffère du fait que les variétés ont chacune des caractéristiques différentes. Et les facteurs déterminant la tolérance des variétés vis-à-vis du borer blanc sont le pouvoir de tallage et la grosseur des tiges (Ranaivoson & Raveloson, 2011). Si l'attaque du borer blanc intervient au moment du tallage, les talles infestées peuvent être remplacées par de nouvelles talles. Et si les tiges sont grosses, malgré l'attaque du borer blanc le transport de la sève n'est pas perturbé.

Les variétés Soameva et Madirat 217 sont toutes les deux des variétés attractives pour *Maliarpha separatella*. Soameva est plus attractive que Madirat217, mais produit moins de perte au niveau du rendement.

Soameva a un plus haut pouvoir de tallage que Madirat217 et est plus résistante aux ravageurs, notamment au borer blanc.

De même, Rojofotsy est très attractive au borer blanc mais est tolérante à son infestation.

Manjamena a perdu 2,50% de son rendement pour une infestation de 18,72 %. Pourtant, Rahalivavololona (2001) affirme que la perte du rendement est enregistrée à partir de 30% d'infestation.

C'est une variété à feuilles dressées donc très peu attractive au borer blanc, mais son faible pouvoir de tallage (5 tiges par touffe) lui confère une forte sensibilité aux attaques de *Maliarpha separatella*. Ce qui pourrait expliquer que même avec un faible taux d'infestation du borer blanc, Manjamena enregistre une perte au niveau du rendement.

Le manque de données à exploiter n'a pas totalement permis une analyse complète sur l'étude de l'impact du borer blanc sur le rendement.

Mais pour les données antérieures et actuelles, l'estimation de la perte du rendement à 100% d'infestation par le borer blanc ne présente aucune différence significative. Il est donc possible d'utiliser les droites de régression linéaire pour chaque variété afin d'effectuer des prévisions.

6. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Toutes les variétés expérimentales ont été attaquées par *Maliarpha separatella* RAGONOT(1888), mais les variétés Mailaka(X265), Rojofotsy(1285) et Soameva (4181) sont les plus attractives et FOFIFA 160 (4354) et Manjamena (4182) les moins attractives. Malgré l'absence de données obtenues par piégeage lumineux, la présence de larves à différents stades dans les tiges témoigne du premier vol des adultes de *Maliarpha separatella* à cette période.

Il est ressorti de cette étude que l'infestation du riz par le foreur a un impact sur le rendement, mais la variété Soameva (4181) est plus tolérante aux attaques et la variété Madirat 217 (2822) est plus sensible.

Comme perspectives : le choix de variétés à cultiver est une façon de contrôler les infestations et les impacts des foreurs de tiges. Dans la zone d'Andranovaky, les variétés attractives mais tolérantes comme Soameva (4181) et les variétés non attractives comme Manjamena(4182) sont à conseiller aux paysans.

Les données obtenues dans la présente étude n'ont pas été complètes, un suivi sur plusieurs années est nécessaire pour contribuer à la réactualisation totale des données sur *Maliarpha separatella* dans la zone d'Andranovaky Mahitsy, ainsi de définir un seuil économique, à partir duquel il faudrait intervenir pour limiter la perte du rendement.

Les résultats expérimentaux de suivi pourront être comparés aux résultats de prévision obtenus grâce à la statistique.

Néanmoins, cette étude a permis de se familiariser sur les techniques et méthodes de suivi des populations des foreurs et des données intéressantes ont été obtenues.

Bibliographie

- Andriamalala F., 2015. COMMERCE – Baisse de l'importation du riz. Journal L'Express de Madagascar
- Brenière J., 1966. Dix années de recherche sur les ennemis du riz en Afrique Francophone et à Madagascar. Extrait du n°4, s.d., 7p.
- Brenière J., 1969. Importance des problèmes entomologiques dans le développement de la riziculture de l'Afrique de l'Ouest et leur contrôle. L'agronomie tropicale. Extrait du vol XXIV, n°10. 23p
- Brenière J., 1983. Principaux ennemis du riz en Afrique de l'Ouest et leur contrôle.
- Chaudhary *et al.*, & Lancashire *et al.*, 1991. Le guide d'identification des contraintes de terrain à la production de riz.
- Delucchi., 1987. Protection intégrée en riziculture au lac Alaotra. Rapport d'activité, n°3, 166p.
- Dembele., 1995. Contribution à l'étude de la dynamique des populations adultes de *Maliarpha separatella* et *Chilo zacconias* (lépidoptère pyralidae) à l'Office du Niger (ZONE DE NIONO), 40p.
- Désirée C. A., Messi J., & Quilici S., 2004. contribution à la connaissance de la faune d'arthropodes associée à *Ricinodendron haudelotii* Baill (Euphorbiaceae) au Cameroun. Fruits, Vol. 60(2)
- Lacharme M., 2001. Le plant de riz. Données morphologiques et cycle de la plante. Fascicule 2. 22p.
- Minten B., Randrianarisoa C., & Manfred Z., 1997. Niveau, Evolution et Facteurs Déterminants des Rendements du Riz à Madagascar: Une Interpretation Basée sur des Données. 28p.
- Patricio M.V., Bauer J.M., & Ibrahim L., 2011. Crise rizicole, évolution des marchés et sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest
- Pollet A., 1978. Les insectes ravageurs du riz en Côte d'Ivoire. IV. Déterminisme des infestations du riz irrigué en Côte d'Ivoire Centrale (Kotiessou),» Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Biol., vol. XIII, no. p87-99.
- Rahalivavololona N., 1992. Dynamique des populations de *Maliarpha separatella* Ragonot (LEPIDOTERES. Pyralidae Phycitinae) dans les rizières de la région du lac alaotra. 104p.

- Rahalivavololona N., 1999. *Campagne 1998-1999*. Centre National de recherche appliquée au développement rural, Département de recherches rizicoles, programme « Lutte contre les insectes ravageurs », *Rapport d'activité - Entomologie*, 12p.
- Rahalivavololona N., 2000. *Campagne 1999-2000, 2000, 10p*. Rapport d'activité - Campagne 1999-2000, Centre National de recherche appliquée au développement rural: Département de recherches rizicoles, programme « Lutte contre les insectes ravageurs », *Rapport d'activité -Entomologie*, 10p.
- Rahalivavololona N., 2001. *Campagne 2000-2001*. Rapport d'activité, Centre National de recherche appliquée au développement rural, : Département de recherches rizicoles, programme « Lutte contre les insectes ravageurs », *Rapport d'activité Entomologie*, 21p.
- Rahalivavololona N., 2005. *Campagne 2004-2005*. Centre National de recherche appliquée au développement rural, : Département de recherches rizicoles, programme « Lutte contre les insectes ravageurs », *Rapport d'activité Entomologie*, 19p.
- Rakotovao N. A., 2014. Influence de la variabilité intersaisonnière de la convection dans le canal de Mozambique, des phénomènes enso et MJO sur la pluviométrie de la côte Ouest de Madagascar. 241p.
- Raveloson R. L. H. & Ranaivoson A., 2011. Contrôle agroécologique des foreurs de tiges du riz: Cas de la région Vatovavy fitovinany, district de Manakara. 7p
- Raveloson R. L. H. (2013). Les lépidoptères foreurs des tiges du riz en culture pluviale et sur tanety. Cours d'Entomologie Agricole_ Département Entomologie_ FACULTE DES SCIENCES UNIVERSITE ANTANANARIVO.
- Togola A., Francis E., Nwilene, Tolulope A., Agunbiade, Alphonse A., Florence A., & Daniel C., 2010. Connaissance paysanne des insectes foreurs de tiges du riz et leurs dégâts dans différentes zones écologiques du Benin (Afrique de l'Ouest). Cah Agric, vol 19 - N°4. p262-266.
- Togola A., Pierre S., Cyrille A., & Francis N., 2013. *Limites du riz Bt dans le contexte entomologique de la riziculture en Afrique sub-saharienne et à Madagascar*.
- Wopereis *et al.*, 2008 «Curriculum APRA-GIR.» *Manuel technique*.

***Maliarpha separatella* Ragonot (1888)**

L'enroulement caractéristique des pontes de *M. separatella* (Figure 27).

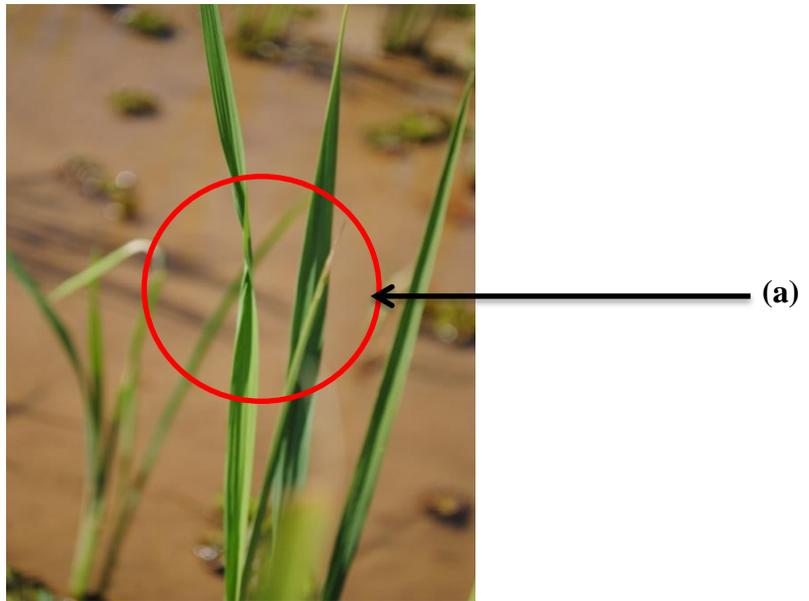


Figure 27: Enroulement caractéristique de la ponte des *Maliarpha separatella*
(Source : Auteur)

(a): Enroulement caractéristique de la ponte de *Maliarpha separatella*

La taille moyenne d'une ponte est d'environ 40 œufs (Pollet A, 1981), et l'incubation des œufs dure en moyenne 7 à 8 jours dans les conditions naturelles (Delucchi, 1987).

Annexe 2: *Sesamia calamistis* Hampson (1910)

➤ Critères de détermination

• Adulte (Figure 28)

- 11,7 à 13,8 mm de long
- Ailes :
 - Antérieures : jaune paille
 - Postérieures : blanche

(28)
Corps recouvert
d'écailles jaune
paille et blanche

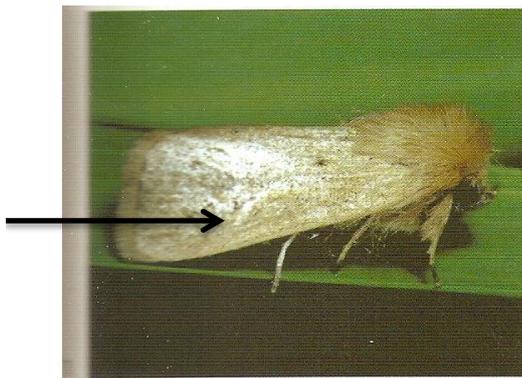
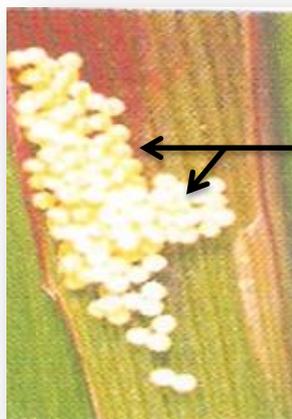


Figure 28: Un adulte de *Sesamia calamistis*

(Source : Raveloson, 2008)

• L'œuf (Figure 29)

- Pondus en groupe de 10 à 40
- Forme sphéroïde aplatie aux deux pôles avec des striations longitudinales
- Couleur : Blanche crème
- Taille : 0,3 à 0,9 mm



Œufs sphéroïdes entassés
en rangs

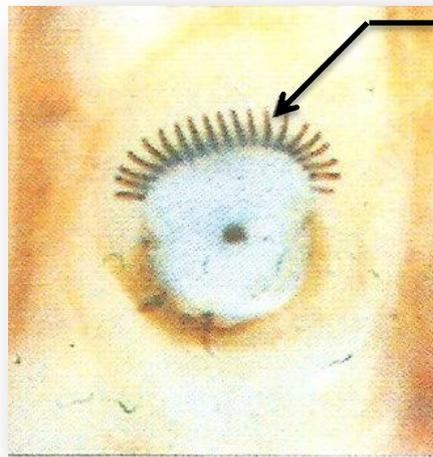
Figure 29: Des œufs de *Sesamia calamistis*

(Source Raveloson, 2008)

- **Larve (Figure 30)**
 - Teinte : rose
 - Tête céphalique brune foncée
 - 7 stades larvaires
 - Pattes abdominales munies de crochets semi-coronate



Figure 30: Une larve de *Sesamia calamistis*
(Source Raveloson, 2008)



Crochets

Figure 31: Des crochets abdominaux
(Source Raveloson, 2008)

- **Chrysalide (Figure 32)**
- Teinte brune foncée (partie dorsale)
- Teinte brune claire (partie ventrale)
- Taille :
 - Mâle : 12 à 15 mm
 - Femelle : 18 à 20 mm



Figure 32: Une chrysalide de *Sesamia calamistis*
(Source Raveloson, 2008)

Annexe 3: Le riz

Le riz est une plante herbacée annuelle avec une tige ronde, des feuilles plates en forme de lame et terminée par des panicules.

➤ Position systématique

La systématique du riz est la suivante :

Règne :	VEGETAL
Sous-règne	EUCARYOTES
Embranchement	PHANEROGAMES
Classe	MONOCOTYLEDONES
Ordre	LUNIFORMES
Famille	GRAMINES
Sous-famille	POODIDEAE
Tribus	ORYZAE
Genre	<i>Oryza</i> Lin
Section	<i>sativa</i> ROSCHEV
Espèce	<i>indica/ japonica</i>

La différenciation entre les deux groupes *indica* et *japonica* est basée sur le type de graine ainsi que sur le rapport entre sa longueur et sa largeur. Le riz à graine longue et mince dont le rapport entre la longueur et la largeur est supérieur à 3 mm appartient au groupe *indica*. Contrairement à cela le groupe *japonica* est caractérisé par le riz à graine courte et arrondie, et le rapport longueur /largeur est inférieur à 3mm (Rajaonarison, 1999).

➤ Morphologie

D'un point de vue morphologique, un plant de riz est constitué d'organes végétatifs d'une part et d'organes de reproduction d'autre part.

Selon leur ordre d'apparition au cours du cycle biologique du riz, ces organes végétatifs sont :

- La racine
- La tige

- Les talles
- Les feuilles

Et les organes de reproduction sont :

- Les panicules
- Les épillets
- La fleur
- Les grains ou paddy

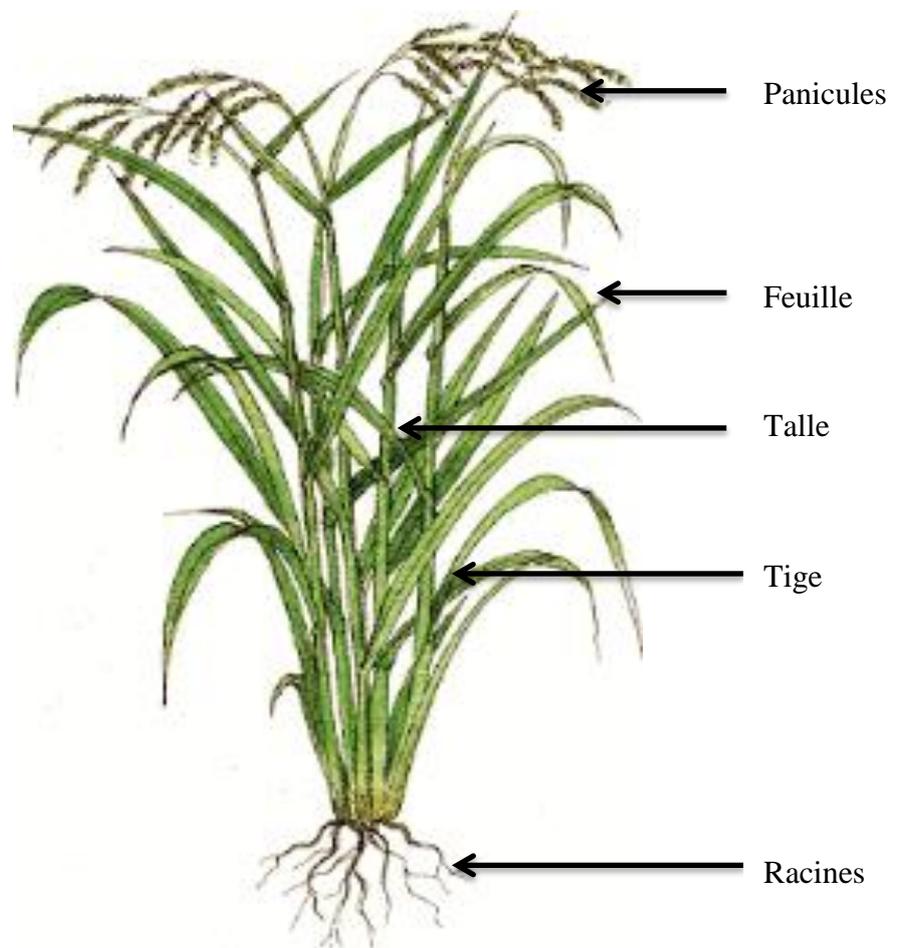


Figure 33: Un plan de riz (Source: Auteur)

➤ **Ecologie et exigences culturales**

Pour le bon développement du riz, plusieurs facteurs écologiques sont à considérer, notamment, le climat et le sol.

En effet, le climat d'une région est conditionné par sa position géographique en latitude et altitude déterminant ainsi la température et la durée de la longueur du jour.

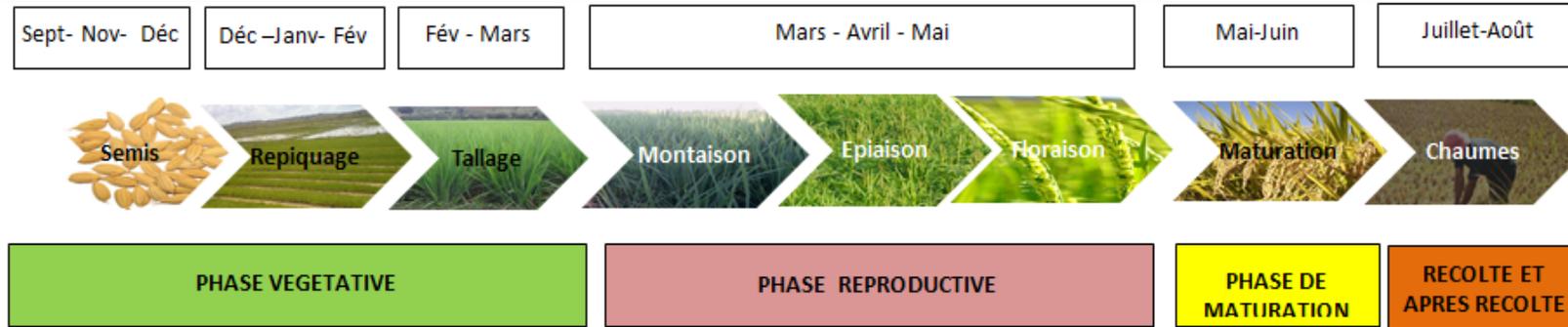
Les besoins en chaleur du riz sont variables pour chaque stade mais leur optimal respecte une fourchette de 25°-35°C. Quant à la température de l'eau de la rizière, l'optimal est entre 30°-34° et au-delà de 50°C la plante meurt.

La lumière, c'est-à-dire le photopériodisme a une forte influence sur la durée du cycle et le rendement.

Si on parle des besoins en eau et en hygrométrie, une culture irriguée a besoin d'un sol immergé jusqu'à la maturation mais qu'une sécheresse atmosphérique est favorable.

Une culture rizicole exige un sol à texture fine c'est-à-dire 40 à 60% d'argile et un pH de 9 à 7.

Annexe 4: Coïncidence phénologique entre le cycle du riz et celui du *Maliarpha separatella* Ragonot (1888)



<p>Début Sept : Levée de la diapause liée à la température et aux conditions d'humidité. Fin Sept-fin Novembre : Eclosion</p> <p>1^{er} VOL Max en Nov : 100 / nuit</p> <p>Peu de surface rizicultivée, donc la génération issue de cette période est peu nombreuse. Moins de 50 papillons par nuit</p>	<p>2^{ème} VOL</p> <p>Le plus dangereux, car les larves issues des pontes de ce vol créent le dégât en se développant dans les tiges au mois de Février-Mars</p>	<p>Entre nœuds ne s'allongent pas encore. Les larves attendent dans les gaines. Attente pouvant durer des semaines.</p>	<p>Entre nœuds déjà développés. Pénétration des larves et commencent à se nourrir. Moment de passage au 2^{ème} stade larvaire.</p> <p>Génération entrant en diapause</p> <p>3^{ème} VOL</p> <p>Stade sensible du riz (2^{ème} moitié du tallage-épiaison (Appert, 1967))</p> <p>-Montaison : développement larvaire le plus rapide (Anonyme, 1986)</p>		<p>Après la récolte, c'est à-dire pendant la période de chaumes les larves entrent en diapause (20%L4, 60%L5, 20%L6)</p>
---	--	---	---	--	--

Annexe 5 : Tableau de comptage des larves

Lieu de prélèvement :

Date de prélèvement :

Variété :

N° touffes	Nb tiges	Tiges attaquées	Tiges saines	Larves vivantes	Larves mortes	Larves malades	chrysalides	parasites
1								
2								