



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Etude de l'effet de *Cercospora oryzae* Miyake sur la qualité des grains du riz et le développement de la ternissure

Hervé B. SOURA^{1*}, Simplicie L. GNANCADJA-ANDRE¹, Martine ZANDJANAKOU-TACHIN², Christophe GANDONOU¹ et Farid A.K BABA-MOUSSA³

¹Université d'Abomey-Calavi. Faculté des Sciences et Techniques. Département de Biologie Végétale. 01BP526 Cotonou, Bénin.

²Université Nationale d'Agriculture. Ecole d'Horticulture et d'Aménagement des Aires Protégées. Ketou, Bénin.

³Université d'Abomey-Calavi. Faculté des Sciences et Techniques. Département de Biologie Végétale. 01BP526 Cotonou, Bénin.

* Auteur correspondant ; E-mail : sbanemane@yahoo.fr

RESUME

La cercosporiose due à *Cercospora oryzae* est un champignon pouvant causer des pertes allant jusqu'à 60%. Elle est de plus en plus fréquente en Afrique de l'Ouest. Les premières prospections réalisées au sud du Bénin ont indiqué que *Cercospora oryzae* a une contribution large puisqu'elle a affectée 85% des champs de riz des trois zones agroécologiques du sud Bénin. Cette étude vise principalement à contribuer à la connaissance détaillée des effets de *Cercospora oryzae* sur les grains afin d'optimiser la conservation, la commercialisation et la production. Elle a consistée à : i) évaluer les effets de *Cercospora oryzae* sur le pouvoir germinatif des grains, ii) évaluer les effets de *Cercospora oryzae* sur le développement de la ternissure. L'étude a combiné des outils physiologiques et phytologiques. Au terme des travaux, les variétés testées ont enregistré une bonne teneur en eau pour un minimum de 6%, ainsi qu'un bon taux de germination. A la fin de l'étude nous avons pu constater que *Cercospora oryzae* entraînait une baisse du pouvoir germinatif des grains, une altération de la graine blanche et une décoloration de l'enveloppe. Ces résultats constituent une étape d'un travail de recherche approfondi sur la caractérisation (agronomique et génétique) de *Cercospora oryzae* afin de proposer des méthodes de lutt.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Pouvoir germinatif, décoloration, altération, *Cercospora oryzae*, riz.

Study of the effect of *Cercospora oryzae* Miyake on the quality of rice grains and the development of tarnish

ABSTRACT

Sigatoka caused by *Cercospora oryzae* is a fungus that can cause losses up to 60%. It is more and more frequent in West Africa. The first surveys carried out in the south of Benin indicated that *Cercospora oryzae* has a large contribution since affected 85% of the rice fields of the three agroecological zones of southern Benin. The main objective of this study is to contribute to detailed knowledge of the effects of *Cercospora oryzae* on grains in order to optimize conservation, marketing and production. It consisted in: i) evaluating the effects of

Cercospora oryzae on the germination power of the grains, ii) evaluating the effects of *Cercospora oryzae* on the development of tarnish. The study combined physiological and phytiatric tools. At the end of the work, the varieties tested recorded a good water content for a minimum of 6%, as well as a good germination rate. At the end of the study we could see that *Cercospora oryzae* did not cause a drop in the germinative power of the grains but rather resulted in an alteration of the white seed and a discoloration of the envelope. These results constitute a stage of an in-depth research work on the characterization (agronomic and genetic) of *Cercospora oryzae* in order to propose methods of struggle.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Germination, discoloration, deterioration, *Cercospora oryzae*, rice.

INTRODUCTION

De nos jours, le riz est devenu une des céréales de premier plan et nécessaire à l'alimentation quotidienne de la majorité des peuples. Le riz est cultivé dans toutes les écologies (GEVES, 2011). Dans le même temps, divers pathogènes menacent sa bonne productivité (Gregg et al., 2003) et éloignent ainsi le peuple de l'autosuffisance alimentaire en riz. La riziculture au Bénin est en dent de scie depuis ces dix dernières années malgré une forte augmentation des surfaces aménagées (CCR-B, 2014). L'augmentation des surfaces cultivées et la monoculture entraîne l'apparition de nouveaux fléaux. Jadis considérée comme une affection mineure, la cercosporiose est devenue en quelques années une affection importante du riz du fait de sa méconnaissance et de sa propagation à travers tout le pays, entraînant des baisses de rendement pouvant atteindre 60% de la production dans sa phase épidémique. C'est donc une évidence aujourd'hui de parler des parasites qui ralentissent énormément la croissance voire la production du riz. Selon Sonko (2015) chef de division de la production végétale, la cercosporiose est la maladie fongique foliaire la plus fréquente et la plus dévastatrice en Casamance. Il faut noter que la cercosporiose du riz empêche sérieusement l'atteinte de certains seuils de production, et est principalement causée par *Cercospora oryzae*. Selon Groth (2007) la cercosporiose peut infecter le riz du stade de semis jusqu'à la maturité, mais aux États-Unis, la maladie se développe généralement après le repiquage et peut causer une perte considérable si elle n'est pas traitée à temps. Les végétaux pour bien croître et se développer, ont besoin dès la semi

que la graine soit dans un bon état de conservation à savoir une teneur en eau la plus faible possible pour maintenir la dormance et un bon état sanitaire c'est à dire exempte de toute infection (Coulibaly, 2010). La semence est l'élément de base de toute production agricole. La qualité de la semence détermine la qualité de la levée, l'homogénéité du peuplement et donc la qualité de la récolte (Kpezroku et Didjeira, 2008). La germination ou la levée est la première étape du développement des plantes (Bacchetta et al., 2006). A moins d'être attaquées par les champignons ou les ravageurs pendant le stockage, les semences peuvent maintenir en général leur vigueur et leur viabilité pour une période pouvant atteindre parfois plusieurs décennies. Le succès de la germination dépend fortement de la qualité des graines (qualités physiques, physiologiques et sanitaires) (N'dri et al., 2011). Cette étude vise principalement à contribuer à la connaissance détaillée des effets de *Cercospora oryzae* sur les grains de riz afin d'optimiser sa conservation, sa commercialisation et sa production.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

Les expériences ont été réalisées dans le Laboratoire de Physiologie Végétale et d'Etude des Stress Environnementaux sise à l'Université d'Abomey Calavi au Bénin.

Matériel Végétal

Le matériel végétal était composé de cinq variétés de riz : FKR62N, TS2, IR841, ORYLUX6 et FKR34 qui ont été identifiées par l'INERA (Institut de l'Environnement de Recherche et d'Agriculture) à Bobo Dioulasso

(Burkina Faso) et Africa-Rice. Les Quatre variétés FKR62N, TS2, ORYLUX6 et FKR34 proviennent toutes de la même parcelle rizicole villageoise de Banzon dans la région des hauts bassins, dans la province du Kéné Dougou au Burkina Faso et le IR841 provient d'Africa-Rice (Cote d'Ivoire). Entreposées d'abord au champ pour le séchage, ensuite battues et vannées, puis transportées au village dans des sacs sous forme de paddy. Elles ont été récoltées en février 2018. Nous avons reçu le riz en octobre 2018. La variété IR841 servira de témoin du fait de sa résistance aux maladies.

Méthodes

Evaluation de la teneur en eau

La teneur en eau a été évaluée selon les normes (ISTA, 1993) qui recommandent pour des résultats précis de réaliser les mesures sur deux lots de quatre grammes. Pour chaque variété de riz, la teneur en eau a été évaluée sur deux lots de quatre grammes/variété/semaine. Après la détermination du poids frais, les échantillons ont été mis à l'étuve à 100 °C pendant une heure. Les poids ont été évalués après refroidissement dans le dessiccateur en présence de gel silice pendant 45 minutes. La teneur en eau a été déterminée par la formule (1) suivante :

$$TE (\%) = \frac{PF-PS}{PF} * 100$$

TE= Teneur en eau

PF= Poids Frais (g)

PS= Poids Sec (g)

Détermination du taux de germination

Les grains ont été mis à germer dans des boîtes de pétri stériles sur trois rondelles de papier filtre stérilisé à l'autoclave à 121 °C pendant 30 mn et humecté avec de l'eau distillée stérile. Elles ont été recouvertes chacune avec un couvercle. Pour évaluer 100 graines de chaque variété dans la semaine, quatre boîtes de pétri par variété à raison de 25 grains de riz par boîte ont été utilisées à chaque semis une fois par semaine. Lors des semis, le lot de semences a été bien brassé afin de ne pas écarter volontairement les petites semences et les malformées, au risque de fausser la pertinence des résultats (Ashworth, 2008). De nouvelles rondelles de papier filtre ont été

utilisées dans les boîtes de pétri lavées et désinfectées à l'alcool 50° à chaque semis pour éviter la dissémination de microorganismes pathogènes tels que les champignons. L'apparition de la radicule qui marque la fin du processus de germination a été notre critère de germination (Ndri et al., 2011). Les conditions de germination ont été les suivantes :

- Les boîtes de Pétri ont été disposées sur des étagères,
- la température ambiante du local, (19 °C et 25 °C),
- l'éclairage : la lumière du jour.

Le taux de germination a été calculé suivant la formule (2) :

$$TG (\%) = \frac{NGG}{NTGS} * 100$$

TG = Taux de Germination,

NGG = Nombre de Grains Germés (unité),

NTGS= Nombre Total de Grains Semés (unité).

Effet de la cercosporiose sur la germination

Les isolats de *Cercospora oryzae* ont été obtenus, en repiquant sur milieu de culture PDA des spores déjà isolées et identifiées à partir des lésions foliaires. La mise en culture a été faite dans un incubateur à 28 °C avec alternance lumière-obscurité 12 h/12 h, pendant deux semaines. Un total de 1200 grains a été évalué. D'abord désinfectés dans une solution d'hypochlorite de sodium à 15% pendant 2 minutes suivi ensuite de trois rinçages successifs à l'eau distillée stérile puis séchés. Un lot de 600 grains non contaminés a servi de témoin et l'autre lot de 600 grains contaminés par la cercosporiose à 10⁷ spores/ml à l'aide de 0,5% gélatine et tween 20 a servi pour l'évaluation (Gnancadja, 2005). Les grains ont ensuite été mis en germination sous une température comprise entre 15 °C et 25 °C à la lumière du jour sur une étagère. Les calculs ont été faits à l'aide de la formule (2) citée plus haut.

Test de ternissure

Préparation de l'isolat fongique (cercosporiose), inoculum et traitement

Les isolats de *Cercospora oryzae*, *Curvularia lunata*, *Helminthosporium oryzae* et *Magnaporthe grisea* ont été obtenus en repiquant sur milieu de culture PDA des spores

déjà isolées et identifiées à partir des lésions foliaires. La mise en culture a été faite dans un incubateur à 28 °C avec alternance lumière obscurité 12 h/12 h. Après 15 jours d'incubation, la surface chargée de spores a été raclée stérilement à l'aide d'une spatule métallique et de l'eau distillée. La suspension obtenue a été filtrée sur une mousseline pour séparer les spores du mycélium. Les grains ont été préalablement désinfectés par trempage dans une solution d'hypochlorite de sodium à 15% pendant 2 minutes suivi de trois rinçages à l'eau distillée stérile puis séchés. Les grains des cinq variétés FKR62N, TS2, IR841, ORYLUX6, FKR34 étudiées ont été séparés en des lots de 200 grains. Les lots de grains de chaque variété ont été inoculés avec des suspensions sporales de *Cercospora oryzae*, *Curvularia lunata*, *Helminthosporium oryzae* et *Magnaporthe grisea*, ajustées à 10⁷ spores/ml (Gnancadja, 2005), à l'aide de 0,5% de gélatine et twen 20. Les lots de grains ont été ainsi trempés pendant 1 heure 30 minutes (temps nécessaire pour que l'inoculum s'imprègne des grains et séparés dans de petits erlens). Les grains témoins n'ont pas reçu de suspensions sporales mais ont été plutôt trempés dans de l'eau distillée+0,5% gélatine et twen 20 (1 heure 30 minutes). Ces lots de grains ont été ensuite soigneusement étalés et séchés sur la paillasse pendant 72 heures, temps suffisant pour l'apparition des premiers symptômes puis conservés durant 3 mois à la température de 28 °C pour la notation définitive des symptômes (pour le test de ternissure).

Notation des résultats

La notation de la ternissure des grains a été réalisée à l'aide d'une échelle arbitraire (Gnancadja, 2005). La somme des notes rapportées au nombre de grains traités ou non, constitue l'indice de ternissure. Un indice moyen a été ensuite calculé pour chaque lot de grains, suivant la formule (3).

Indice de ternissure (IT) formule (3) :

$$IT = \frac{\sum NO}{NGO}$$

IT = Indice de Ternissure

NO = Notes Obtenues

NGO = Nombre de Grains Observés

Analyse statistique

Les données brutes ont été saisies à l'aide d'Excel ainsi que la construction des histogrammes. L'analyse de variance des résultats a été réalisée à l'aide du logiciel XLSTAT 16.0 et la comparaison des moyennes a été faite selon le test de DUNCAN au seuil de 5%.

RESULTATS

Teneur en eau des semences

Les notes de la teneur en eau relevées de novembre jusqu'en février ont servi à tracer les courbes de variation afin d'observer l'évolution de la teneur en eau pendant quatre mois. Les différentes courbes sont représentées dans la Figure 1. On note, que les courbes d'évolution de la teneur en eau des différentes variétés sont homogènes entre elle mais différentes de celle du témoin IR841. Les courbes de la teneur en eau ont des allures variables et comporte deux phases : une première phase décroissante, baisse rapide de la teneur en eau qui va de novembre à décembre correspondant à une période où les conditions d'humidité relative et de température sont basses. Pendant cette période on a enregistré une baisse de la teneur en eau de toutes les variétés testées FKR34 (7,75%), ORYLUX6 (8,25%), TS2 (9%) et FKR62N (9,75%) ainsi que le témoin IR841 (6%). Une deuxième phase de croissance, augmentation de la teneur en eau des semences qui va de décembre à février correspondant à une augmentation de l'humidité relative de l'air causée par des pluies enregistrées pendant cette période. Les augmentations de la teneur en eau enregistrées pendant cette période sont de 9,50% pour FKR34, 10% pour ORYLUX6, 13,75% TS2 et 10% pour FKR62N. L'allure des courbes détermine l'évolution des différentes teneurs en eau. Ces courbes nous ont permis de déterminer graphiquement la teneur en eau et la variation de la teneur en eau des différentes variétés testées afin d'évaluer l'état de conservation des semences.

Evolution de la capacité de germination des cinq variétés de riz

La Figure 2 donne les différents taux de germination des cinq variétés de riz testées pendant quatre mois dans des boîtes de pétri à raison de 25 grains par boîtes. Toutes les variétés excepté le témoin IR841 ont une moyenne de germination supérieure à 70% après un mois d'évaluation. Au terme des quatre mois d'évaluation les variétés TS2 et ORYLUX6 ont affichées des taux supérieurs à 70% avec respectivement 73,25% et 79%. Au fil des mois nous avons observé une fluctuation des valeurs de germination, la germination est bonne pour l'ensemble des variétés atteignant souvent 100% FKR62N, ORYLUX6 au 185^{ème} jour. Le plus faible taux de germination a été enregistré au 241^{ème} jour avec le témoin IR841 (39%). Nous avons observé la germination pendant sept jours où on avait une nette croissance des plantules. Aux 262 jours, la FKR62N a enregistré un taux de germination de 43%, la TS2 un taux de 72%, la IR841 un taux de 55%, la ORYLUX6 un taux de 91% et enfin la FKR34 un taux de 73%. Pour l'ensemble des variétés testées le taux de germination était bon. Ce diagramme nous a permis de déterminer la capacité de germination de chaque semence afin d'évaluer l'état physiologique des semences testées.

Effet de la cercosporiose sur la germination des grains

La Figure 3 donne les taux des grains germés sans cercosporiose (GGSC) et les taux des grains germés avec cercosporiose (GGAC) pour chaque variété de riz. Comparativement aux grains non traités, les grains traités avec *Cercospora oryzae* ont enregistré des baisses du taux de germination ainsi que le témoin IR841. La FKR62N contaminée avec la cercosporiose a vu son taux de germination baisser de 33%, la ORYLUX6 traitée avec *Cercospora oryzae* a enregistré une baisse de son taux de germination de 28%. Le témoin IR841 a enregistré une baisse de 32% lorsqu'elle est contaminée par la cercosporiose.

Des baisses de germination sont enregistrées lorsque les variétés sont contaminées par la cercosporiose de 39% et 42% pour TS2 et FKR34 respectivement. Sous forme graphique, nous observons clairement la différence de germination entre des grains inoculés et ceux non inoculés. La Figure 4 montre dans une boîte de pétri, l'état des grains inoculés avec *Cercospora oryzae* et il est net que *Cercospora oryzae* altère l'enveloppe externe de la graine par développement des mycéliums qui colonise toute la surface externe de la graine.

Ternissure des grains et altération

L'observation des grains des variétés FKR62N, TS2, IR841, ORYLUX6 et FKR34 (Tableau 2) montre qu'après trois mois d'incubation à la température de 28 °C, il y a une différence statistiquement significative entre les valeurs pour ce qui est de l'altération des grains. En effet, *Curvularia lunata* a altéré 72% de FKR62N, 67% de TS2, 52% de FKR34 et moins de 50% d'altération pour ORYLUX6 (43%), le témoin IR841 a enregistré un taux d'altération de 61%. Les variétés inoculées par *Cercospora oryzae* (FKR62N, TS2, IR841, ORYLUX6, FKR34), présentent respectivement des pourcentages d'altération de : 15%, 12%, 22%, 19% et 9%. Il existe aussi une différence statistique entre les différents indices de ternissure (Tableau 1). Les indices de ternissure les plus élevées sont attribués à *Curvularia lunata* relevé sur les variétés TS2 (1,62), FKR34 (1,60). Avec *Helminthosporium oryzae* on a enregistré des indices de ternissure allant de 1,12 à 1,09. *Cercospora oryzae* a affiché les indices de ternissure les plus bas allant de 0,45 à 0,35. D'autres parts, les pourcentages les plus élevés des grains altérés sont attribués respectivement à *C. Lunata* (1,62) et *H. Oryzae* (1,12) caractérisé par une décoloration de l'enveloppe des grains secs conservés à la température ambiante (Figure 5). *C. Lunata* et *H. Oryzae* peuvent être considérées comme les pathogènes les plus agressifs.

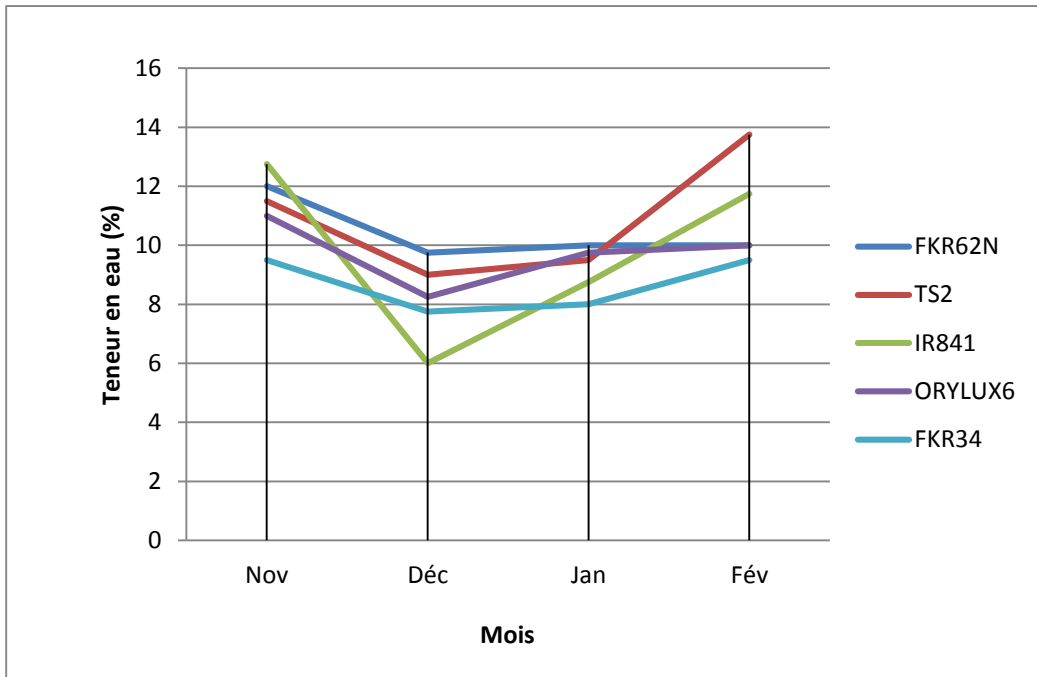


Figure 1 : Teneur en eau des différentes variétés de riz.

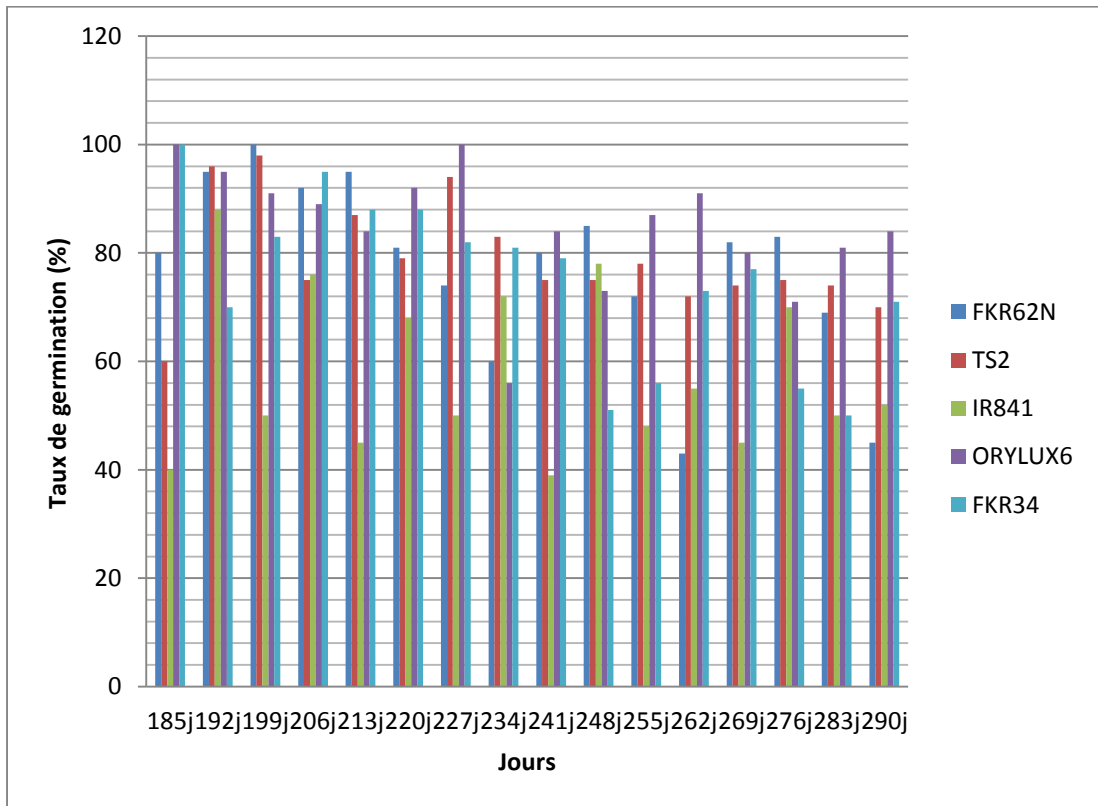
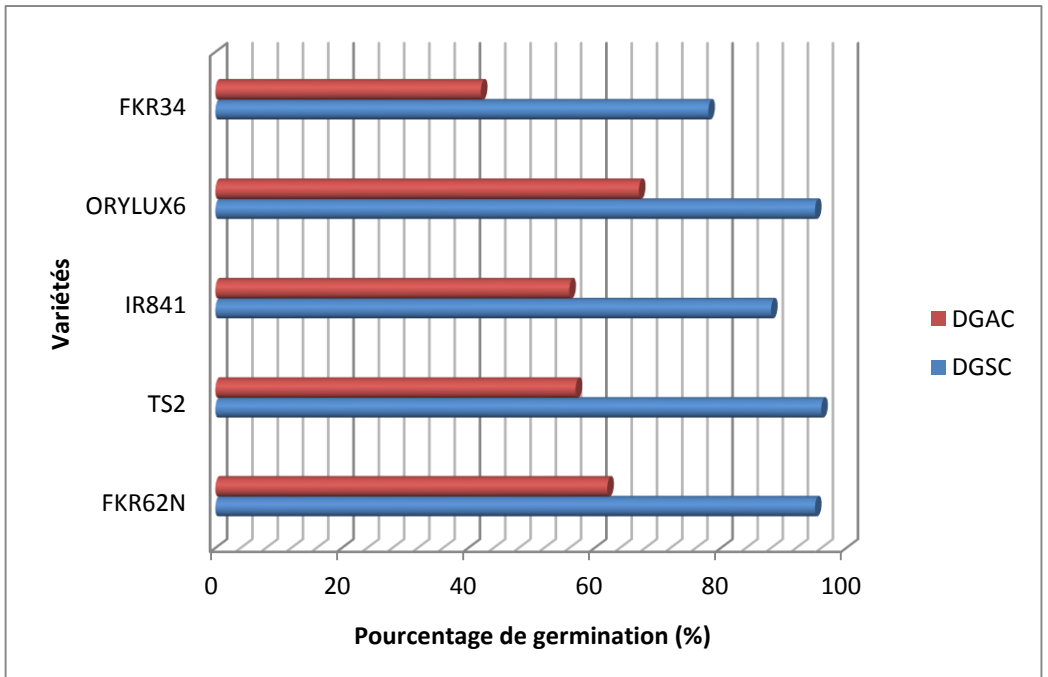


Figure 2 : Evolution de la capacité de germination des cinq variétés de riz.



GGAC : Grains Germés Avec Cercosporiose
GGSC : Grains Germés Sans Cercosporiose

Figure 3 : Taux de répartition des grains germés et non germés avec et sans cercosporiose de chaque variété de riz.

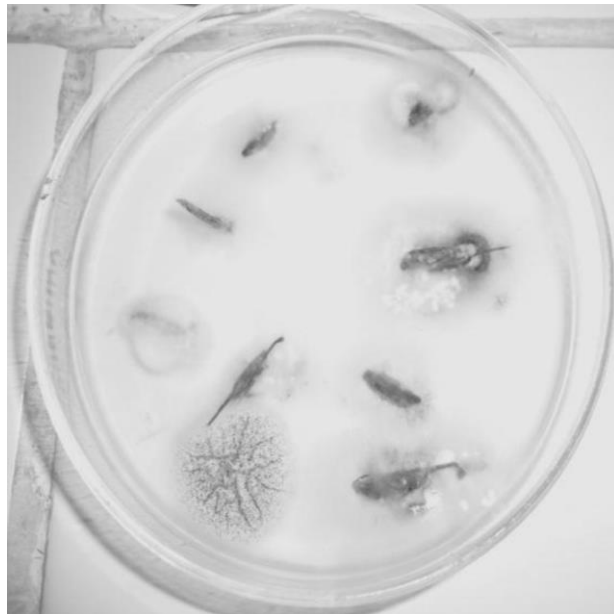


Figure 4 : Etat des grains inoculés avec *Cercospora oryzae*.

Tableau 1 : Indice de ternissure.

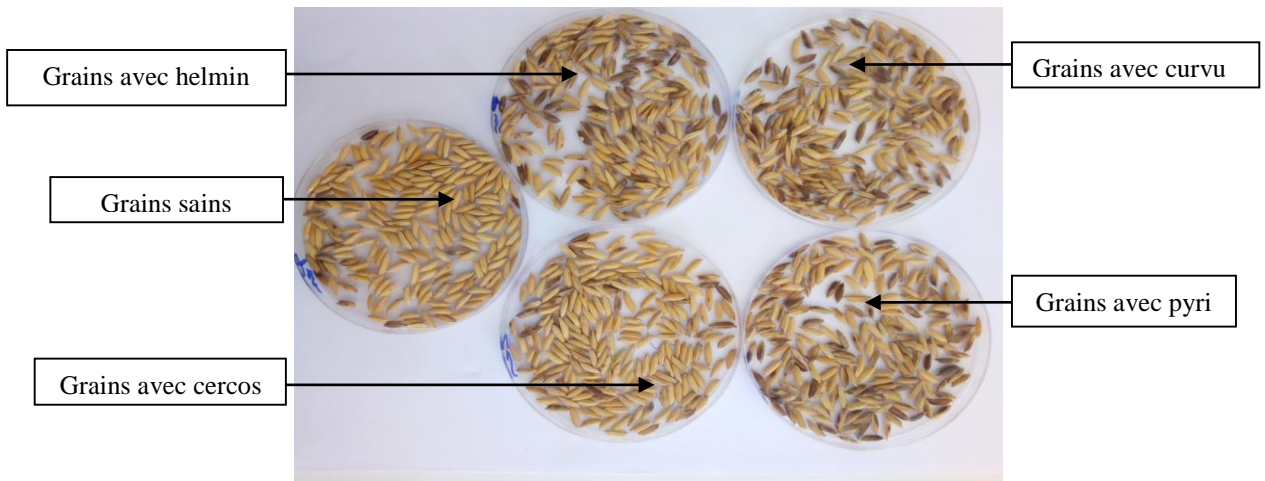
Espèces fongiques	Indice de Ternissure				
	FKR62N	TS2	IR841	ORYLUX6	FKR34
<i>Cercospora oryzae</i>	0,45cd	0,43cd	0,41cd	0,40cd	0,39cd
<i>Curvularia lunata</i>	1,50a	1,62ab	1,40a	1,42a	1,60ab
<i>Magnaporthe grisea</i>	0,80abc	0,90ab	0,95ab	1,02ab	1,05ab
<i>Helminthosporium oryzae</i>	1,12ab	1,09abc	1,11abc	1,18ab	1,10ab
Ecart-type	0,47	0,71	0,71	0,57	0,47
Probabilité	<0,105	<0,112	<0,107	<0,108	<0,102
Moyenne	0,74	0,81	0,77	0,82	0,83

Les nombres affectés de la même lettre sur la colonne sont statistiquement équivalents d'après le test de DUNCAN au seuil de 5%.

Tableau 2 : pourcentage de grains altérés.

Espèces fongiques	Pourcentage de grains altéré				
	FKR62	TS2	IR841	ORYLUX6	FKR34
<i>Cercospora oryzae</i>	15d	12d	22bc	19b	9d
<i>Curvularia lunata</i>	72a	67a	61a	43ab	52a
<i>Magnaporthe grisea</i>	30c	36c	42b	20cd	33b
<i>Helminthosporium oryzae</i>	41bc	53b	22bd	38b	55a
Ecart-type	0,22	0,17	0,12	0,34	0,21
Probabilité	<0,117	<0,102	<0,101	<0,112	<0,122
Moyenne	38,12	44	35,77	28,82	35,25

Les nombres affectés de la même lettre sur la colonne sont statistiquement équivalents d'après le test de DUNCAN au seuil de 5%.



Grains avec curcu : grains avec curvulariose
 Grains avec pyri : grains avec pyriculariose
 Grains avec helm : grains avec helminthosporiose
 Grains avec cerco : grains avec cercosporiose

Figure 5 : Grains inoculés avec différentes espèces fongiques à sec.

DISCUSSION

La maturation des semences s'achève le plus souvent par une très forte déshydratation. A maturité, les petites semences ne contiennent généralement pas plus de 10% à 15% d'eau (Dedi et al., 2015). L'ensemble des grains mis à germer au cours de notre étude contient peu d'eau. Les différents teneurs en eau calculées sont comprises entre 8% et 13,75%. Ces différents teneurs en eau ne sont pas stables. D'un mois à un autre elles baissent de 8,25% en décembre et augmentent de 9,75% en janvier pour ORYLUX6. Les teneurs en eau varient en fonction des conditions environnementales (température, humidité de l'air). En effet nous avons observé une baisse de la teneur en eau des semences testées pendant les périodes de chaleur et d'absence de pluie de novembre à décembre. Nous pouvons donc dire que nos semences sont dans un bon état de conservation. Elles contiennent peu d'eau avec des réactions enzymatiques ralenties ce qui permet une bonne conservation. Les semences sont donc considérées comme étant dans un état de vie ralentie et il suffit de leur fournir de l'eau pour que la vie ralentie cesse. Ces résultats sont en accord avec ceux de Dedi et al. (2017). Durant les deux premiers mois, les taux de germination sont bons pour TS2, ORYLUX6 et FKR34 malgré une légère baisse de part et d'autre au mois de décembre. Au cours des deux premiers mois FKR62N a vu son taux de germination baisser de 14% ainsi que le témoin IR841 (5%), ces résultats sont en accord avec ceux de Dedi et al. (2015) qui ont travaillé sur quatre variétés de riz (WAB 56-50, LOHININI, GIZA 178, DANANE) en Côte d'Ivoire et qui ont constaté un bon taux de germination durant les deux premiers mois de test. Les semences sont donc viables à cette période puisque la germination est l'un des critères de la viabilité des semences (Boijoli, 2009). Trois mois après, alors que toutes les teneurs en eau ont augmenté, les taux de germination des variétés FKR62N, TS2 et FKR34 ont légèrement baissés. Ils sont passés respectivement de 77,50% à 70% ; de 85,75% à 75% et de 85,75% à 64,75%. Celui de ORYLUX6 a été maintenu à 83%. La majorité des variétés testées a gardé un bon taux de

germination. Une semence est de bonne qualité lorsqu'elle satisfait les conditions de pureté spécifique, pureté variétale, bonne faculté germinative et bon état sanitaire (Kinkindninhoun-Medagbe, 2013).

Pour les graines non germées les enveloppes tégumentaires peuvent être devenues résistantes et de ce fait n'arrivent plus à absorber l'eau d'imbibition qui doit déterminer leur développement, suite aux différentes activités métaboliques qui vont se produire en leur sein (Acia, 2012). Selon Brigan (2004), la variabilité germinative est due aux conditions de conservation des semences. Février 2019 a été un mois où on a enregistré des pluies au Bénin, les teneurs en eau des semences ont donc augmenté en ce moment. Les taux de germination ont légèrement baissés à cette période probablement à cause de la fluctuation de la teneur en eau des semences, liée aux conditions de conservation, qui a fini par arrêter l'activité métabolique des graines. Des semences humides se détériorent plus rapidement surtout si elles sont conservées dans des conditions non optimales (GEVES, 2011). Selon Gregg et al. (2003), la prédominance inégale de certaines espèces sur ou dans les grains dépendrait de l'interaction de plusieurs facteurs écologiques. Les résultats obtenus à la fin de l'étude le confirment. Une petite partie de nos semences est constituée de graines pleines qui paraissent saines mais ne germent pas, peut-être parce qu'elles n'ont pas été fécondées ou qu'elles sont entrées dans un état de dormance lié à des facteurs internes (Ndri et al., 2011).

Les champignons transmis par les semences sont de nature très variée (Gnancadja et al., 2004). Au cours des essais de germination, sous l'effet de la cercosporiose, les grains infectés qui n'ont pas germés n'ont pas commencé à pourrir. La non germination des semences est liée à la présence de la cercosporiose parce que les différents pourcentages de grains germés sans cercosporiose et grains germés avec cercosporiose sont très variables à l'issue de notre étude. Le taux de germination a baissé quand les grains ont été contaminés par *Cercospora oryzae*. Ces résultats sont en

accord avec ceux de Gnancadja (2005) qui a démontré que *curvularia lunata* entraîne une baisse du pouvoir germinatif des grains de riz. En effet, nous avons obtenu des taux de germination variant de 78% à 95% pour les grains germés sans cercosporiose et de 42% à 67% pour les grains germés avec cercosporiose. Il y a une différence significative entre les deux taux de germinations. La cercosporiose a un effet négatif sur le pouvoir germinatif des grains testés.

Les maladies maculaires des enveloppes sont extrêmement communes à plusieurs champignons et sont associées à la décoloration des glumes (Brigan, 2004). Un groupe de microorganismes responsables comprend des champignons champêtres parasites infectant les grains avant la récolte, à l'instar de *Alternaria alternata*, *A. padwickii*, *Fusarium moniliforme*, *Epicoccum nigrum*, *Nigrospora sp.*, le genre *Helminthosporium*, *Curvularia lunata*, *Pyricularia oryzae*, *Phoma sorghina*, le genre *Cercospora* etc, qui agissent superficiellement et altèrent l'aspect du paddy (caryopse, enveloppe des glumes et glumelles), sans pour autant infecter le caryopse. D'autres pénètrent plus ou moins au travers des enveloppes et arrivent à parvenir au contact des grains : *Curvularia lunata*, *Alternaria padwickii*. Si les dommages enregistrés sur les grains sont souvent légers, les grains attaqués demeurent néanmoins des vecteurs de champignons parasites. On peut observer la présence d'un microorganisme sur les grains sans pour autant qu'il agisse négativement sur la germination. Les champignons les plus fréquemment isolés à partir des feuilles du riz peuvent être des pathogènes majeurs ou mineurs des grains suivant leur importance économique (Dedi et al., 2015 ; Hode, 2014). Parmi les espèces majeures impliquées dans la décoloration des grains, figurent *C. Lunata* et *H. Oryzae* (Gnancadja, 2005). Nos résultats obtenus sont en accord avec ceux de Gnancadja (2005) où nous avons observé que *C. Lunata* entraîne une altération des grains pouvant aller jusqu'à 72%. La plus faible altération causée par *C. Lunata* est de 43% qui reste un pourcentage élevé comparativement aux autres

pathogènes. Aussi *C. Lunata* est transmis fréquemment par les semences (Dossou, 2011). Les champignons tels que les *H. Oryzae* et *C. Lunata* sont des espèces redoutables causant des maladies maculaires des feuilles (Ouazzani Touhami et al., 2000). *C. Lunata* dans notre étude a enregistré l'indice de sévérité le plus élevée soit 1,62 ce qui explique effectivement qu'elle constitue une maladie majeure des grains pouvant causer des pertes. Les dommages occasionnés peuvent s'accroître ou diminuer selon les conditions de stockage des grains. Pour ce qui est de *Cercospora oryzae* elle a enregistré un pourcentage d'altération allant de 22% à 9% avec une moyenne de 15,5% et un indice de ternissure variant de 0,45 à 0,39 avec une moyenne de 0,41. Nous pouvons dire que la cercosporiose altère les grains de riz testés. La cercosporiose provoque une décoloration des grains de riz testés, donc impacte négativement la qualité des grains comme le fait *H. Oryzae*, *C. Lunata* ou encore *M. Grisea*.

Conclusion

Cette étude nous a permis d'évaluer l'effet de la cercosporiose sur le pouvoir germinatif des grains de cinq variétés de riz. Sous l'effet de la cercosporiose, il n'y avait pas de pourriture des grains non germés comparativement aux grains infectés par *C. lunata* et *H. oryzae*. En effet *C. lunata* entraîne une altération sévère de la graine. Les semences étaient dans un bon état de conservation avec des teneurs en eau comprise entre 8% et 13,75% pour la majorité. La cercosporiose a un effet délétère sur le pouvoir germinatif des grains de riz, elle a aussi un effet négatif sur le développement de la ternissure des grains, ce qui provoque une dépréciation des grains donc entrave négativement la qualité des grains. Les grains contaminés par la cercosporiose perdent leurs pouvoirs germinatifs en plus de leurs qualités marchandes caractérisées par une décoloration de l'enveloppe du grain aussi de la graine blanche. Les grains de riz sont des vecteurs de *Cercospora oryzae* en vue d'une infection future au champ. Nous envisageons rechercher les causes réelles de la non germination des

grains apparemment sains recensés à l'issue de cette étude.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

HBS a réalisé l'étude et produit le premier format du manuscrit ; SLG a été chargé de la supervision scientifique et académique ; a fait la relecture, a corrigé et apprécié la qualité scientifique de la rédaction ; FAKB a fait la relecture ; a corrigé en intégrant des recommandations prises en compte avant soumission ; CG et MZ ont corrigé en intégrant des recommandations prises en compte avant soumission.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient AfricaRice et l'INERA Bobo Dioulasso pour l'assistance technique et la dotation en semences.

REFERENCES

- Acia. 2012. Méthodes et procédés canadiens d'essai des semences. Dernière version des Règles internationales pour les essais de semences de l'ISTA, annexe du chapitre 7, Méthode 7-13.
- Ashworth S. 2008. *Seed Saving and growing Techniques for Vegetale Gardeners*. Edition ParisL.
- Bacchetta G, Belletti P, Brullo S, Cagelli L, Carasso V, Casas JL, Cervelli C, Escrib CM, Fenu G, Gorian F, Guemes JE, Mattana E, Nepi M, Pacini E, Pavone P, Piotto B, Cristiano P, Prada A, Venora G, Vietto L, Virevaire M. 2006. Manuel pour la récolte, l'étude, la conservation et la gestion ex situ du matériel végétal. Rome, Italie.
- Boijoli C. 2009. Critères de qualité d'une semence. Agriculture tropicale.
- Brigan JP. 2004. Appui institutionnel aux organisations de producteurs pour le développement des filières agricoles. L'enveloppe B du 10^{ème} Fonds européen de développement pour le Bénin. CTB Bénin/Bohicon.
- CCR-B. 2014. Rapport de l'étude des états de lieux de la filière riz au Bénin en 2014. Secrétariat Permanent.
- Coulibaly MM. 2010. Fiche Technique Variété de riz irrigué au Mali. IER Décret N°10-428/P-RM du 9 Août fixant les modalités d'application de la loi relative aux semences d'origine végétale.
- Dedi J, Allou K. 2015. Etude du pouvoir germinatif de quatre variétés de riz que sont GIZA 178, WAB 56-50, LOHININI, DANANE et identification des champignons présents sur les grains en germination. *Afrique Science*, **11**(3): 161-171. DOI : <http://www.afriquescience.info>.
- Dedi J, Youo DC. 2017. Evaluation en conditions de conservation des capacités germinatives des semences de deux variétés de riz traditionnelles (*Oryza sativa* L) cultivé en Cote d'Ivoire. *Journal of Animal and Plants Sciences*, **32**(2): 5146-5155. DOI: <http://www.m.elewa.org/JAPS>.
- Dossou ARA. 2011. Caractérisation agromorphologique des écotypes de riz (*Oryza* spp.) du Bénin. Diplôme d'Ingénieur Agronome. Option: Sciences et Techniques de Production Végétale. Université d'Abomey - Calvi (Bénin). p. 31.
- GEVES. 2011. Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés et des Semences. Méthode d'évaluation des sensibilités des variétés de maïs grains aux fusarioses des épis en essais. CTPS.
- Gnancadja AL, Ouazzani TA, Badoc A, Douira A. 2004. Test de détection des contaminants fongiques des grains de riz en fin de cycle végétatif. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, **143**: 39-50. DOI : <http://www.semanticscholar.org>.
- Gnancadja LSA. 2005. Effet de certaines espèces fongiques sur le développement de la ternissure des grains de riz. Thèse de Doctorat, Université Hassan II, Maroc, p.156.
- Gregg BR, Gastel AJL, 2003. Manuel de production de semences pour le secteur informel. UDSA/ASDU n° 15.

- Groth DE. 2007. Controlling Narrow Brown Leaf Spot. Louisiana Agriculture, AGCenter 3-22.
- Hode GY. 2014. Etude de la flore pathogène et effet des agents pathogènes sur la qualité des grains de quelques variétés de riz (*Oryza sativa* L.) paddycultivées au Bénin. Mémoire de Master en Biologie Végétale Appliquée Université d'Abomey-Calavi, Bénin, p. 70.
- ISTA. 1993. Règles internationales applicables aux essais de semences. Seed Sci. Technol, 1-288.
- Kinkindninhoun-Medagbe FM, Diagne A, Bonou A, Seck PA, Amovin-Assagba E. 2013. Problématique semencière dans la riziculture africaine : accès et demande des semences améliorées par les producteurs et perspectives pour améliorer le système. 4th International Conference of the African Association of Agricultural Economists.
- Kpedzroku A, Didjeira A. 2008. Guide de production semences certifiées maïs, sorgho, riz et niébé. Collection brochures et fiches techniques 1. Lomé : ITRA/ICAT/CTA.
- N'dri AN, Irie VB, Kouamé PL, Zoro-Bi IA. 2011. Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines: implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire. *Sciences & Nature*, **8** (1) : 119 – 137.
- Ouazzani Touhami A, Ennaffah B, El Yachioui M, Douira A. 2000. Pathogénie comparée de 4 espèces d'*Helminthosporium* obtenues à partir des plantes malades du riz au Maroc. *J. Phytopathology*, **148** : 221-226.
- Sonko M. 2015. Riziculture en casamance: Pourquoi le « grenier » tard à se remplir. Emergence magazine.