

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

Juliette DEDI^{1*} et Kouassi ALLOU²

¹ *Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, Université Nangui Abrogoua (ex. université d'Abobo-Adjamé), UFR-SN, 01 BP 8133 Abidjan 01, Côte d'Ivoire*

² *Phytopathologie et Entomologie, CNRA, Station Marc DELORME, 07 BP 13 Abidjan 07, Côte d'Ivoire*

* Correspondance, courriel : mmededijuliette@yahoo.fr

Résumé

La plus faible teneur en eau est attribuée à GIZA 178 (8,62 %) et la plus élevée à LOHININI (9,12 %). Les taux de germination sont élevés pour WAB 56-50 (84,26 et 80,20 %), GIZA 178 (85,20 et 80,2 %) et DANANE (96,5 et 95 %). au cours des deux premiers mois. Il s'en suit une baisse importante pour les variétés WAB 56-50 (18 %) et GIZA 178 (35 %). DANANE garde un taux de germination assez élevé qui est de 84 %. Quant au taux de germination moyen de LOHININI, il est faible. Ce taux passe de 51,75 % à 24 % et fini par être nul. Pour les Grains Germés Sans Champignon (GGSC) les taux de germination sont respectivement de 61,75 %, 67,66 %, et 91,83 % pour WAB 56-50, GIZA 178 et DANANE. Celui de LOHININI (GGSC) est de 25,25 %. Par contre, le taux de Grains Germés Avec Champignon (GGAC) est très faible pour WAB 56-50 (0,75 %) et plus élevé (2,41 %) pour LOHININI. En ce qui concerne les Grains Non Germés Sans Champignon (GNGSC), le plus fort taux est attribué à LOHININI (64,41 %) et le plus faible à DANANE (6,25 %). Pour les Grains Non Germés Avec Champignon (GNGAC) LOHININI a encore le taux le plus élevé (7,91 %) et les plus faibles taux reviennent à WAB 56-50 (1,58 %) et DANANE (0,83 %). *Aspergillus niger*, *Mucor* sp., ont été isolés de GIZA 178, *A.niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus* et *Penicillium* sp. de Lohinini *Monilia* sp. a été isolé de DANANE.

Mots-clés : teneur en eau, variété, champignon, taux, germination, riz.

Abstract

Study of germination of four rice varieties that are GIZA 178, WAB 56-50, LOHININI, DANANÉ and identification of fungi found on sprouted grains made

The lower water content is attributed to GIZA 178 (8.62%) and highest in LOHININI (9.12%). Germination rates are high for WAB 56-50 (84.26 and 80.20%), GIZA 178 (85.20 and 80.2%) and DANANE (96.5 and 95%). during the first two months. It follows a significant decline for WAB 56-50 (18%) and GIZA 178 (35%) varieties. DANANE keeps a fairly high germination rate is 84%. The rate of germination LOHININI it is low. This rate increased from 51.75% to 24% and eventually zero. For Sprouted Grains Without Fungus (SGWF) germination rates are respectively 61.75%, 67.66% and 91.83% for WAB 56-50, GIZA 178 and DANANE.

That of LOHININI (GGSC) is 25.25%. For cons, the rate of Sprouted Grains With Mushroom (SGWM) is very low for WAB 56-50 (0.75%) and higher (2.41%) for LOHININI. Regarding the Non Sprouted Grains Without Fungus (NSGWF), the highest rate is attributed to LOHININI (64.41%) and lowest in DANANE (6.25%). For Non Sprouted Grains With Mushroom (NSGWM) LOHININI to have the highest rate (7.91%) and the lowest return rate in WAB 56-50 (1.58%) and DANANE (0.83%). *Aspergillus niger*, *Mucor* sp. Were isolated GIZA 178, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigates* and *Penicillium* sp. of Lohinini. *Monilia* sp. was isolated DANANE.

Keywords : *water content, variety, mushroom, rate, germination.*

1. Introduction

Tout matériel ou organe végétal ou partie d'organe végétal, tels que graine, bouture, bulbe, greffon, rhizome, tubercule, embryon, susceptible de reproduire un individu peut être défini comme une semence [1]. Une bonne semence doit avoir les qualités suivantes : maintenir la pureté génétique, être sèche et bien conservée, être saine et bien mûre, être propre et exempte de graines étrangères, avoir une bonne faculté germinative et être homogène en ce qui concerne : la forme, la taille des grains, la couleur, la présence ou l'absence de poils, la présence ou l'absence de barbes, [2]. La semence sert à : assurer la pérennité des variétés ; accroître quantitativement la production ; assurer l'alimentation de l'homme et des animaux ; assurer le bien-être par l'amélioration des revenus ; créer un capital semencier de qualité des variétés, contribuer à la sécurisation de l'agriculture nationale. La qualité de la semence ou son état détermine la qualité de la levée, l'homogénéité du peuplement et donc la qualité de la récolte. Elle est le facteur primordial de la productivité. La semence vit et comme tout organisme vivant, elle est soumise pendant sa vie à de multiples agressions. Ces dernières influencent les différentes phases de son développement que sont la germination, le développement du système racinaire, la croissance des parties aériennes [3]. La germination est le premier stade du cycle de vie des plantes pour produire une nouvelle génération. La capacité des graines à accomplir ce processus biologique, c'est à dire leur capacité germinative est donc une caractéristique importante pour la production végétale.

Les graines récoltées et conservées pour réaliser la germination afin de donner naissance à une nouvelle plante, sont appelées semences. La germination est définie comme étant l'émergence de la radicule et le développement qui amènent la graine au stade auquel son aspect indiquera si elle pourra se développer en une plante normale dans des conditions ambiantes favorables [4]. A moins d'être attaquées par les champignons ou les ravageurs pendant le stockage, elles 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) [5]. De nos jours, le riz est devenu une des céréales de premier plan et nécessaire à l'alimentation quotidienne de la majorité de nos peuples. Le riz est cultivé dans toutes les écologies. En Côte d'Ivoire, le riz est la première céréale consommée (60 kg/hab/an) alors que la production annuelle est de 600 000 tonnes de riz blanchi pour des besoins estimés à 1 500 000 tonnes. Dans le même temps, divers pathogènes menacent sa bonne productivité et éloigne ainsi le peuple de l'autosuffisance alimentaire en riz qui est un des objectifs à atteindre. Le but du travail est l'étude du pouvoir germinatif des semences de riz en notre possession, l'isolement et l'identification des champignons microscopiques apparus au cours de la germination de ces semences.

2. Matériel et méthodes

2-1 Matériel végétal

Le matériel végétal est composé de quatre variétés de riz : WAB 56-50 et GIZA 178 (*Figure 1*) qui ont pu être identifiées par l'Office National du Développement de la Riziculture (ONDR) à Yamoussoukro.



A) Variété 1 : WAB 56-50

B) Variété 3 : GIZA 178

Figure 1 : Variétés de riz identifiées par l'Office National du Développement de la Riziculture

LOHININI et DANANE (*Figure 2*) restent des variétés traditionnelles parce qu'elles ne sont pas répertoriées dans la collection de riz de cette structure. Les trois premières variétés de riz proviennent toutes de la même parcelle rizicole villageoise et DANANE d'un bas-fond. Entreposées d'abord au champ pour le séchage, puis transportées au village dans les greniers sous forme de paddy. Elles ont été récoltées en septembre 2009. Nous avons reçu le riz en avril 2010. Cette récolte devrait être utilisée pour la consommation et également comme semences. Les plantations villageoises concernées se trouvent dans la sous-préfecture de Gnagbodougna dans le village appelé Dodougna. Les différentes variétés de riz ont été récoltées en septembre 2009. Nous avons reçu le riz en avril 2010.



C : LOHININI

D : DANANE

Figure 2 : Variétés de riz traditionnelles**2-2. Méthode d'étude****2-2-1. Evaluation de la teneur en eau**

La teneur en eau est évaluée selon les normes [6] 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 sont mis à l'étuve à 130° C pendant une heure. Les poids sont évalués après refroidissement dans le dessiccateur en présence de Silica gel pendant 45 minutes. La teneur en eau est déterminée par la **Formule (1)** suivante :

$$TE(\%) = \frac{PF-PS}{PF} * 100 \quad (1)$$

TE = Teneur en Eau ; PF = Poids Frais ; PS = Poids Sec

2-2-2. Détermination du taux de germination

Les grains ont été mis à germer dans des boîtes de Pétri stériles sur trois rondelles de papier filtre stérilisés à l'autoclave à 121° C pendant 30 mn et humectés avec de l'eau distillée stérile. Elles sont recouvertes chacune avec un couvercle. Quatre boîtes de Pétri par variété à raison de 25 grains de riz par boîte à chaque semis une fois par semaine. Lors des semis, le lot de semences est bien brassé afin de ne pas écarter volontairement les petites semences et les malformées, au risque de fausser la pertinence des résultats [7].

De nouvelles rondelles de papier filtre sont utilisées dans les boîtes de Pétri lavées et désinfectées à l'alcool à 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 [5] est notre critère de germination. Les conditions de germination sont les suivantes :

- Les boîtes de Pétri sont disposées sur des étagères,
- Température ambiante du local, (19°C et 25°C)
- L'éclairage : la lumière du jour.

Le taux de germination est calculé suivant la **Formule (2)**:

$$TG(\%) = \frac{NGG}{NTGS} * 100 \tag{2}$$

TG = Taux de Germination ; NTGS = Nombre Total de Grains Semés ; NGG = Nombre de Grains Germés

2-2-3. Préparation des isolats fongiques

L'isolement des moisissures a été réalisé à partir des grains mis à germer dans les boîtes de Pétri. Après sept jours les grains présentant un développement de moisissures (**Figure 3**) sont repiqués séparément dans des boîtes de Pétri contenant le Potato Dextrose Agar [8]. Après cinq à sept jours d'incubation à l'obscurité et à 25° C, les colonies visibles sont identifiées d'après [9-11]. Pour chaque échantillon, l'analyse a été réalisée en trois répétitions.

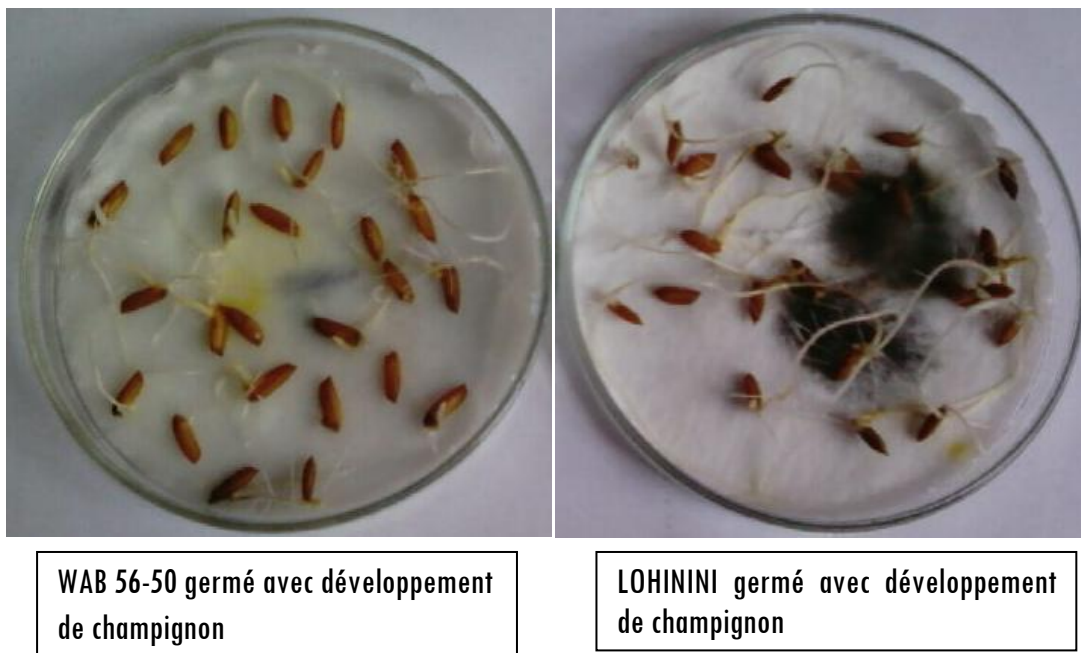


Figure 3 : Développement de champignons sur les grains de riz

2-3. Analyse statistique

Une analyse de variance des résultats a été réalisée à l'aide du logiciel SAS (Statistical Analysis System). Le classement des moyennes a été effectué au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls.

3- Résultats

3-1. Teneur en eau des semences

Le **Tableau 1** donne les différentes teneurs moyennes en eau pour chaque variété de riz par mois et la teneur moyenne à la fin de l'étude.

Tableau 1 : Teneur en eau des différentes variétés de riz

VARIÉTÉS	TE _{M1} (%) (12 /04/10)	TE _{M2} (%) (12/05/10)	TE _{M3} (%) (05/07/10)	TE _{MG} (%)
WAB 56-50	9,5	7,75	9,87	9,04
LOHININI	10,12	7,5	9,75	9,12
GIZA 178	6,87	8,62	10,37	8,62
DANANE	8,12	9	9,87	8,99

3-2. Evolution de la capacité de germination des quatre variétés de riz

Le **Tableau 2** donne les différents taux moyens de germination des 4 boîtes de Pétri/variété/semis/semaine et le taux moyen de germination/mois/variété.

Tableau 2 : Evolution de la capacité de germination des différentes variétés de riz

Taux de germination des quatre variétés de riz (%)				
Dates	WAB 56-50	LOHININI	GIZA 178	DANANE
12/04/10 (224j)	98	67	95	100
19/04/10 (231j)	92	49	88	97
26/04/10 (238j)	93	51	80	95
03/05/10 (245j)	54	40	88	94
Taux moyens (%)	84,26	51,75	87,75	96,50
10/05/10 (252j)	87	23	87	97
17/05/10 (259j)	76	28	87	94

24/05/10 (266j)	90	20	76	94
31/05/10 (273j)	78	25	71	95
Taux moyens (%)	82,75	24	80,20	95
05/07/10 (308j)	41	0	41	88
12/07/10 (315j)	15	0	32	79
19/07/10 (322j)	7	0	32	80
26/07/10 (329j)	10	0	35	89
Taux moyens (%)	18	0	35	84

3-3. Présence ou non de champignons autour des grains germés ou non germés

Sur 1200 grains mis à germer par variétés, le **Tableau 3** donne les taux de GGSC, GGAC, GNGSC et GNGAC pour chaque variété de riz. La **Figure 4** donne la répartition de ses grains.

Tableau 3 : Répartition des grains germés et non germés avec et sans champignon

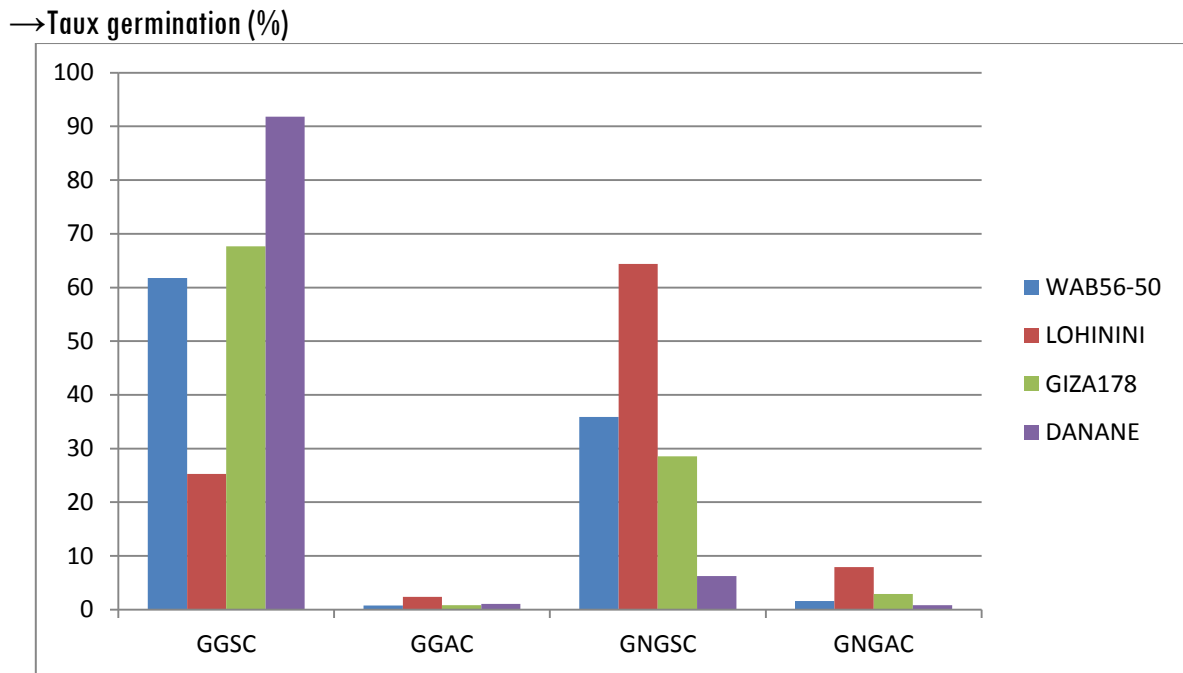
(%) Variétés	GGSC	GGAC	GNGSC	GNGAC
WAB 56-50	61,75	0,75	35,91	1,58
LOHININI	25,25	2,41	64,41	7,91
GIZA 178	67,66	0,83	28,58	2,91
DANANE	91,83	1,08	6,25	0,83

GGSC = Grains Germés Sans Champignon

GGAC = Grains Germés Avec Champignon

GNGSC = Grains Non Germés Sans Champignon

GNGAC = Grains Non Germés Avec Champignon



→ Nature des graines

Figure 4 : Taux de répartition des grains germés et non germés avec et sans champignon de chaque variété de riz

3-4. Isolats fongiques

Au terme de l'analyse mycologique, quatre genres ont pu être isolés et identifiés à partir des quatre variétés de riz. Ainsi, le genre *Aspergillus* est représenté par trois espèces différentes. Les genres *Monilia*, *Mucor* et *Penicillium* sont représentés par un isolat chacun. Deux genres de moisissures (*Aspergillus niger*, *Mucor* sp.) ont été isolés et identifiés à partir de GIZA 178. Par contre à partir de l'échantillon de LOHININI, deux genres sont présents (*Aspergillus* et *Penicillium* sp.) avec trois espèces (*A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*) et contaminent 7,91 % des grains. Sur les variétés WAB 56-50 et DANANE le genre *Monilia* est très peu présent avec respectivement 1,58 % et 0,83 % de grains contaminés.

4. Discussion

Les différentes variétés de riz ont été récoltées en septembre 2009. Nous avons reçu le riz en avril 2010. 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 [12]. Elles contiennent donc peu d'eau avec des réactions enzymatiques ralenties ce qui permet de bien les conserver. 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. L'ensemble des grains mis à germer au cours de notre étude contient très peu d'eau après sept mois de stockage dans le grenier. Les différentes teneurs en eau calculées sont inférieures à 10%. Nous pouvons dire que nos semences sont bien conservées mais un peu trop sèches pour de petites semences. Mais ses différentes teneurs ne sont pas stables.

D'un mois à un autre elles baissent (7,75 % WAB 56-50 en mai ; 7,5 % pour LOHININI en mai) ou augmentent (9,87 % pour WAB 56-50 en juillet ; 9,75 % pour LOHININI en juillet). Un essai de germination en laboratoire a essentiellement pour objet d'évaluer le nombre maximal de graines susceptibles de germer dans des conditions optimales. Durant les deux premiers mois, les taux de germination sont bons pour WAB 56-50, GIZA 178 et DANANE malgré la légère baisse de 1 à 5 % de part et d'autre au mois de mai. Au cours de cette période LOHININI a vu son taux de germination baissé fortement (51,75 % à 24 %). Les semences sont donc viables à cette période puisque la germination est l'un des critères de la viabilité des semences [13]. Deux mois après, alors que toutes les teneurs en eau ont augmenté, les taux de germinations des variétés WAB 56-50 et GIZA 178 ont fortement baissés. Ils sont passés respectivement de 82,75 % à 18,25 % et de 80, 20 % à 35 %. Celui de LOHININI est devenu nul. Seul DANANE garde un assez bon taux de germination (84 %). Nos résultats des deux premiers mois se sont confirmés au champ. Mais si les variétés WAB 56-56, GIZA 178 et LOHININI sont semées après juillet 2010 les produits de la récolte ne donneront pas grand-chose au vu de nos résultats.

Cette baisse progressive du taux de germination est liée probablement à l'hétérogénéité des semences. Ceci se traduit par le fait que d'une part les grains ne germent pas tous ou qu'ils ne germent pas simultanément et d'autre part par le fait que l'écart réel entre les pourcentages de germination maximal et minimal des sous-échantillons est supérieur à l'écart maximal [14] que donne la moyenne des quatre répétitions. Les enveloppes tégumentaires des graines 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 [15]. Selon [12], ces graines restent sèches et résistent à l'écrasement. C'est le cas des graines qui n'ont pas germées au cours des semis à l'exception de ceux infectées par les champignons qui se ramollissent. Les graines sont hygroscopiques, cela signifie qu'elles absorbent l'humidité de l'air humide ce qui va entraîner une augmentation de l'humidité de la graine qui finira par causer sa détérioration [16]. Selon [3,17], la variabilité germinative est due aux conditions de conservation des semences. Juillet, est un mois assez humide en Côte d'Ivoire, les teneurs en eau des semences ont augmenté en ce moment.

Les taux de germination ont beaucoup baissé à cette période probablement à cause de la fluctuation de la teneur en eau des semences lié aux conditions de conservation qui a fini par arrêter l'activité métabolique des graines. La teneur en eau indique le pourcentage d'eau présent dans les semences qui influe sur leur aptitude à la conservation. Des semences humides se détériorent plus rapidement surtout si elles sont conservées dans des conditions non optimales [18]. Les résultats obtenus à la fin de l'étude le confirment. La viabilité des semences a donc baissé à l'exception de celles de DANANE. La grande 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 liées à des facteurs internes [5]. *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Mucor* sp., *Penicillium* sp. et *Monilia* sp. ont été isolés à partir des semences. Les genres *Aspergillus* et *Penicillium* sont reconnus universellement comme des champignons de stockage qui peuvent attaquer les graines stockées [16]. Les champignons transmis par les semences sont de nature très variée [10]. Bien que les moisissures soient une cause directe de l'altération des grains [19], effectivement, au cours des essais de germination, sous l'effet des champignons, les graines infectées ont commencé à pourrir. Une semence est de qualité lorsqu'elle satisfait aux conditions de pureté spécifique, pureté variétale, bonne faculté germinative et bon état sanitaire [20]. Nos résultats confirment cette assertion avec les faibles taux de germination obtenus et la présence des champignons sur les semences. Ici, la non germination des semences n'est pas totalement lié à leur présence parce que les différents pourcentages de Grains Non Germés Avec Champignons restent faibles à l'issue de notre étude.

5. Conclusion

Cette étude nous a permis d'identifier et d'isoler *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Mucor* sp., *Penicillium* sp. et *Monilia* sp. à partir des semences des quatre variétés de riz. Sous l'effet de ses champignons, il y avait un début de putréfaction des grains non germés avec champignon. Les taux de germination restent variables au sein des sous-échantillons d'un même lot au cours des différents semis tout au long de cette expérience pour toutes les variétés de riz. Cette variabilité est la conséquence de l'hétérogénéité des semences. L'augmentation de la teneur en eau des semences a entraîné d'une part une forte baisse du taux de germination des variétés WAB 56-50 et GIZA 178 et d'autre part un taux nul pour LOHININI Une bonne conservation des semences est l'un des facteurs important au maintien du taux de germination de ses derniers. Nous envisageons rechercher les causes réelles de la non germination des grains apparemment sains recensés à l'issue de cette étude.

Références

- [1] - M. M. COULIBALY, 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 (2010) 14 p.
- [2] - A. KPEDZROKU et A. DIDJEIRA, Guide de production semences certifiées maïs, sorgho, riz et niébé. collection brochures et fiches techniques 1. Lomé : ITRA/ICAT/CTA (2008).
- [3] - P. MAZLIAK, Physiologie végétale II, croissance et développement. Collection Méthodes des Herman, Paris : (1982) 465 p.
- [4] - G. BACCHETTA, P. BELLETTI, S. BRULLO, L. CAGELLI, V. CARASSO, J.L. CASAS, C. CERVELLI, M. C. ESCRIB, G. FENU, F. GORIAN, J. E. GÜEMES, E.MATTANA, M. NEPI, E. PACINI, P. PAVONE, B. PIOTTO, P. CRISTIANO, A. PRADA, G. VENORA, L. VIETTO. & M. VIREVAIRE, Manuel pour la récolte, l'étude, la conservation et la gestion ex situ du matériel végétal. Rome, Italie (2006) 244 p.
- [5] - A. A. N'DRI, V. B. IRIE, P. L. KOUAMÉ & I. A. ZORO BI, Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines: implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire. *Sciences & Nature Vol. 8 N°1 (2011) 119 – 137.*
- [6] - ISTA, Règles internationales applicables aux essais de semences. *Seed Sci. Technol*, 21 (1993) 1-288.
- [7] - S. ASHWORTH, *Seed Saving and growing Techniques for Vegetale Gardeners.* (2008) 4 p.
- [8] - C. MOREAU, Moulds. Techniques of analyses and control in the food industries. *Microbiological control.* B.E.D.M. Gembloux (1991) Chap 6, 222-24.
- [9] - D. CHABASSE et J.P. BOUCHARA, Dermatophytes and moulds of medical interest. *Laboratory of parasitology and mycology. Biomérieux day*, (1997) 65-72.
- [10] - R. CHAMPION, Identifier les champignons transmis par les semences. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) 147, rue de l'Université, 75338 Cedex 07, (1997) 398 p.
- [11] - P. BOUREE, Memory of parasitology and tropical pathology helps. 3rd ED Medicine sciences. *Biological diagnosis*, chap. 178 (2001) 351-357.
- [12] - D. COME, Germination (Chapitre 2), dans *Croissance et développement - Physiologie Végétale II*, Mazliak P., Collection Méthodes, Herman, Paris (1982) pp 129-225.
- [13] - C. BOIJOLI, Critères de qualité d'une semence. (2009) 1 p.
- [14] - Guide de manipulation des semences forestières. Ecart maximum admissible entre répétitions (extrait du tableau 5B, ISTA) FAO C/O Lavoisier (1976) 444 p.

- [15] - ACIA, 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 7-013 (2012) 139 p.
- [16] - B. R. GREGG, A. J.G. GASTEL, Manuel de production de semences pour le secteur informel. UDSA/ASDU n° 15, (2003) 42 p.
- [17] - J. P. BRIGAN, La conservation des semences : 1 - étapes préparatoires. Fiches technique (Permalink) 2004) 3 p.
- [18] - Le GEVES (Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés Et des Semences). Critères d'évaluation, (2011) 3 p.
- [19] - J. L. MULTON, Conservation et stockage des grains, graines et produits dérivés. Lavoisier édit., collection Tec & Doc, 2 vol, (1982) 1160 p.
- [20] - F. M. KINKINGNINHOUN-MEDAGBE, A. DIAGNE, A. BONOU, P.A. SECK, and E. AMOVIN-ASSAGBA , Problématique semencière dans la riziculture africaine : accès et demande des semences améliorées par les producteurs et perspectives pour améliorer le système. (2013) 17 p.