JCBPS; Section B; August 2018 – October 2018, Vol. 8, No. 4; 924-946, E- ISSN: 2249 –1929

[DOI: 10.24214/jcbps.B.8.4.92446.]

Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences

An International Peer Review E-3 Journal of Sciences

*Available online at*www.jcbsc.org

Section B: Biological Sciences

CODEN (USA): JCBPAT Research Article

Revue analytique de l'étude de la flore pathogène fongique du riz : cas de la cercosporiose (*sphaerulina oryzina*).

SOURA B. Hervé[1] ; GNANCADGJA L.S. André[1] ; FATON O M.E. Oscar [1] ; NANA Abel[2] ; GNANCADJA Claude[3] ; SAMA Hemayoro[4] ; KOITA Kadidjatou [2].

[1]Unité de Recherche en Phytopathologie et Protection des Végétaux/ Laboratoire de Physiologie Végétale et Etude des Stress Environnementaux/ Département de Biologie Végétale/ Faculté des Sciences et Technique/ Université d'Abomey Calavi.

[2]Laboratoire de Phytopathologie/ Département de Biologie Végétale/ Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Technique/ Université Ouaga I Prof Joseph Ki-Zerbo.

[3]Laboratoire de Biologie Moléculaire et de Formulation Alimentaire/ Ecole de Nutrition ; Faculté des Sciences Agronomiques/ Université d'Abomey Calavi.

[4]Laboratoire de Biochimie et chimie Appliquée/ Département de Biochimie Microbiologie/ Université Ouaga I ProfJoseph Ki-Zerbo

Received: 06 Août 2018**; Revised:** 27 Août 2018; **Accepted:** 17 Septembre 2018

Resume : Le développement important des cultures des céréales dont le riz a vu apparaître, parallèlement, de nombreuses maladies infectieuses provoquant une baisse spectaculaire des rendements. Très peu d'études ont été menées sur la cercosporiose du riz au Bénin car considérée comme affection mineur. Mais de nos jours elle apparait de plus en plus dans les rizières et il est important de s'intéresser à cette pathologie en vue de pouvoir la contrôler. Cette revue analytique vise principalement à faire une synthèse des travaux réalisés sur la cercosporiose du riz afin de définir des perspectives de recherche pour un meilleur contrôle de cette pathologie en permettant aux producteurs de pouvoir reconnaitre les symptômes de la cercosporiose et adopter des méthodes de lutte appropriées. Cette revue est réalisée à partir d'une documentation axée sur la pertinence des articles. Les résultats montrent que le riz est confronté a de nombreuses contraintes abiotiques et biotiques. Parmi les contraintes biotiques nous avons les maladies dues à des bactéries, des virus, des nématodes, des

champignons…. Parmi les maladies fongiques les plus connues et étudiées sont la pyriculariose, helminthosporiose, l'échaudure foliaire, le faux charbon…. La cercosporiose considérée comme affection mineur est très peu étudiée se qui suscitent un élan de recherche en vue de l'étude de cette pathologie. Il ressort de cette revue analytique qu'une perspective de recherche axée sur l'étude de la cercosporiose du riz permettrait de booster la production rizicole au Bénin et d'assurer une meilleure productivité dans les années à venir, de limiter sa dépendance en riz venu d'ailleurs.

Mots clés : Riz, *Oryza sativa*, Pathogène, Fongique, Cercosporiose, *Sphaerulina oryzina*

INTRODUCTION

Le riz est la principale source de nourriture pour près de 3,5 milliards de personnes, soit plus de la moitié de la population mondiale [1]. C'est un aliment de base qui fournit 27% de l'apport énergétique des habitants des pays du tiers monde et 24% de leurs protéines alimentaires [2]. Cette céréale est produite et consommée dans 38 pays en Afrique Sub-saharienne où la croissance annuelle de sa demande est estimée à environ 6% [1]. Deux espèces de riz sont principalement cultivées en Afrique : *Oryza sativa L.* (le riz asiatique) et *Oryza glaberrima* Steud. (le riz africain) [3,4].

En Afrique de l'Ouest et du Centre, la demande en riz croît d'environ 6 % par an, plus rapidement que partout ailleurs dans le monde, du fait de la forte croissance démographique, des changements dans les régimes alimentaires des populations et des déficits réguliers des céréales traditionnelles telles que : le sorgho, le mil et le maïs. Pour satisfaire cette demande galopante, les Etats en déficit de production font recours à l'importation, vu que la production locale généralement faible est insuffisante[5]. Ceci entraîne une dépendance des pays africains vis-à-vis de l'extérieur ; ce qui ne garantit pas la sécurité alimentaire de ces pays. Le centre de riz pour l'Afrique (AfricaRice) a estimé qu'au regard des tendances depuis 2008 la production et la consommation du riz connaitraient une croissance exponentielle d'ici 2020 [6]. Devant cette situation, des efforts sont menés par la recherche pour mettre au point des variétés à haut potentiel de rendement. La filière rizicole en Afrique constitue l'un des secteurs clés pour la sécurité alimentaire qui connait encore de réels problèmes pour son développement ; notamment, la méconnaissance de la qualité des variétés de riz africain (Oryza glaberrima) et leur non adoption liée aux soupçons portés sur leur valeur nutritionnelle [7]. La création et l'adoption rapide des nouvelles variétés de riz grâce aux progrès réalisés dans le processus de la sélection variétale ont relativement entraîné la disparition des variétés traditionnelles et locales[8] . Toutefois, les variétés locales constituent un grand réservoir de potentiels de résistance utiles pour les programmes d'amélioration génétique des plantes [9,10].

La connaissent des pathologies de la plantes cultivées et l'impact de ces pathologies sur les graines peuvent nous aider à améliorer leurs productivités [11]. Les maladies du riz en Afrique de l'Ouest on été catégorisées on parle alors d'affections majeures, d'affections secondaires et d'affections mineures [12]. Notre étude porte sur la cercosporiose du riz causé par *sphaerulina oryzina* considérée comme affection mineur[13]. Nous nous intéresserons a cette maladie pour comprendre comment elle se développe et pourquoi est elle considéré comme affection mineur. Cette revue analytique nous permettra de connaitre les différents écotypes du riz, les caractéristiques agro morphologiques du riz, les différentes contraintes biotiques et abiotiques a la production du riz et un récapitulatif des activées menées sur la cercosporiose et autres maladies fongiques du riz.

METHODOLOGIE

La rédaction de cette revue de synthèse a fait l'objet d'une recherche bibliographique dans plusieurs bases de données à savoir : Thèse.fr, Sciencedirect, Mémoire online, Agora, Hal. Archives ouvertes, également dans les archives d'articles du centre de Riz pour l'Afrique (AfricaRice). Au total, environ une centaine d'articles scientifiques parus dans les revues indexées et/ou à facteur d'impact à diffusion internationale ont été exploités. Des informations pertinentes sur le riz provenant des rapports techniques et des communications scientifiques ont été également collectées.

RESULTATS

Principales zones de production du riz : Les grands pays producteurs de riz sont les pays asiatiques notamment le Bangladesh, l'Inde, le Pakistan, la Thaïlande, le Vietnam, la Chine continentale et l'Indonésie. Ils sont également les principaux consommateurs[14]. Les principales régions d'intense activité rizicole en Afrique sont ses zones Ouest et Est qui assurent près de 95% de la production rizicole[15]. En Afrique, des pluies irrégulières ont détériorés les perspectives de production à Madagascar et en Tanzanie, tandis qu'en Egypte, la production pourrait également baisser en raison d'une majeure utilisation des terres pour la culture du coton. Toutefois, en absence de revers majeur, les efforts continus visant à réduire la dépendance à l'égard des importations pourraient aboutir à de nouvelles progressions en Afrique de l'Ouest, et maintenir ainsi la production sur l'ensemble du continent à un niveau proche de l'excellente récolte de 2016 [14].

Production de riz en Afrique de l'Ouest : Le riz en Côte d'Ivoire représente 65% de la production de céréales, le maïs 20%, le millet et le sorgho chacun 2% et le fonio moins de 1%. Selon l'USDA, (2013) ces dernières années le manque de financement, l'offre insuffisante de semences, la capacité limitée des rizeries et la faiblesse des prix du marché ont dissuadé certains agriculteurs de cultiver le riz. L'USDA souligne que dans de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest le riz importé est généralement moins cher que le riz domestique. En effet, les importations de riz de certains pays pourraient continuer à augmenter. Ceci est particulièrement vrai dans les pays non couverts par l'examen de l'USDA, tels que le Nigeria, compte tenu de la croissance rapide de la demande des consommateurs [16]. Selon le CILSS, au cours des cinq dernières années, le prix du riz produit localement est en moyenne 10% plus cher que le riz importé. Les principaux pays producteurs de riz en Afrique de l'Ouest selon la FAO[14], sont consignés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1: Production du riz en Afrique de l'Ouest Source : FAO., 2017

Pays	Productions (1000 tonnes)			Importations (1000 tonnes)			Consommations (1000 tonnes)		
	2015/16	2016/17	2017/18	2015/16	2016/17	2017/18	2015/16	2016/17	2017/18
Burkina Faso	211	250	260	350	350	375	575	600	625
Cote d'Ivoire	1 836	1 335	1 690	1 250	1 400	1 450	2 800	2 900	3 000
Gambie	45	32	36	155	165	170	195	200	205
Guinée Bissau	102	111	120	140	140	140	248	252	257
Guinée	1 351	1 435	1 452	565	470	570	1 770	1 815	1 864
Mali	1 515	1 800	1 800	170	50	50	1 685	1 800	1 925
Niger	60	72	75	300	300	310	360	382	383
Sénégal	624	642	680	1 000	1 000	1 100	1 600	1 675	1 725
Togo	77	89	94	150	150	150	227	233	239
Total	5 821	5 766	6 227	4 080	4 125	4 315	9 460	9 857	10 223

Conditions requises pour la production du riz, principales écologies rizicoles : L'une des caractéristiques les plus originales du riz est son aptitude à être cultivé dans des conditions de milieu

très diverses en particulier du point de vue de son alimentation hydrique: de la culture pluviale, alimentée uniquement par les eaux de pluies, à la culture flottante dans une lame d'eau pouvant atteindre plusieurs mètres, tous les intermédiaires sont possibles. La culture du riz de mangrove et du riz flottant occupe des surfaces très minoritaires[17]. La plupart des écologies de production de riz présentent des ressemblances telles que la pression parasitaire, la baisse de la fertilité du sol et la pression accrue des mauvaises herbes[18]. Une nomenclature adaptée à l'Afrique est celle de l'ADRAO[19], qui sépare deux types fondamentaux: la riziculture avec submersion, la riziculture sans submersion. On distingue en Afrique :

- La riziculture de mangrove : Ce type de riziculture représente environ 10 % des surfaces rizicoles en Afrique (Guinée-Bissau, la Sierra Leone, la Gambie, le Nigéria et le Sénégal…) (**Photo 4**).
- La riziculture d'eau douce : Selon le degré de maîtrise de l'eau que l'on atteint, il est possible de différencier, la riziculture sans maitrise d'eau (22,5 % des surfaces rizicoles en Afrique) et la riziculture avec maitrise d'eau (5% des surfaces rizicoles en Afrique) (**Photo 3**)
- La riziculture pluviale stricte : Représente 60 % des surfaces rizicoles en Afrique (**Photo 1**)
- La riziculture de nappe : La riziculture de nappe est assez peu répandue en Afrique avec 2,5 % seulement de surfaces (**Photo 2**).



Photo 1 : Riziculture pluviale stricte
Source : www.invasive.org



Photo 2 : Riziculture de nappe
Source : www.invasive.org



Photo 3 : Riziculture d'eau douce
Source : www.invasive.org



Photo 4 : Riziculture de mangrove
Source : www.invasive.org

Caractéristiques agromorphologiques du riz : Le riz (*Oryza* spp.) est une plante de l'embranchement des Spermaphytes, de la classe des Monocotylédones et de l'ordre des *Cyperales* appartenant à la famille des *Poaceae* et au genre *Oryza*. Le genre *Oryza* fait partie de la sous-famille des *Panicoïdeae* et de la tribu des *Oryzeae*[3]. Le genre *Oryza* comprend une vingtaine d'espèces dont deux seulement sont cultivées : *Oryzae sativa* L. (génome AA, 2n=24) à distribution mondiale et *Oryza glaberrina* Steud (génome AA, 2n=24) cantonnée en Afrique de l'Ouest[21].

***Oryzae sativa* comprend deux principaux types, le type indica et le type japonica. :** *Oryzae sativa* est l'espèce de riz la plus cultivée partout ailleurs dans le monde [22]. La forme asiatique d'*O. rufipogon* serait l'ancêtre direct d'*O. sativa* alors qu'*O. breviligulata* serait celui d'*O. glaberrirna* [23]. L'espèce *Oryza sativa* fut introduite en Afrique de l'Ouest par les portugais vers les années 1500 [24]. Chez 0. sativa, on reconnaît trois grands types morphologiques. Le type indica se caractérise par un tallage fort, des feuilles étroites, des racines fines et un grain effilé. Les variétés de ce type sont celles de culture aquatique dans les régions tropicales de basse altitude (inférieure à 1 200 mètres). Le type japonica qui se distingue par un tallage moyen, des feuilles étroites, des racines fines et un grain arrondi. Ce type est celui des variétés de culture aquatique en régions tempérées et en régions tropicales d'altitude élevée.

Et le type javanica se définit par un tallage faible, des feuilles larges, des racines épaisses et profondes et un grain long et large. Il s'agit des variétés de culture pluviale en régions tropicales et des variétés de culture aquatique aux États- Unis[24] .Le riz est une plante herbacée annuelle, autogame, plus ou moins pubescente à chaume rond dressé (sauf pour les variétés flottantes), disposé en touffes recouverts de feuilles sessiles plates en forme de lame et portant au bout des inflorescences en forme de panicule [4,15]. Un plant de riz quelle que soit l'espèce, comprend un système racinaire, une tige, des feuilles et des inflorescences[19] (**Figure1**).

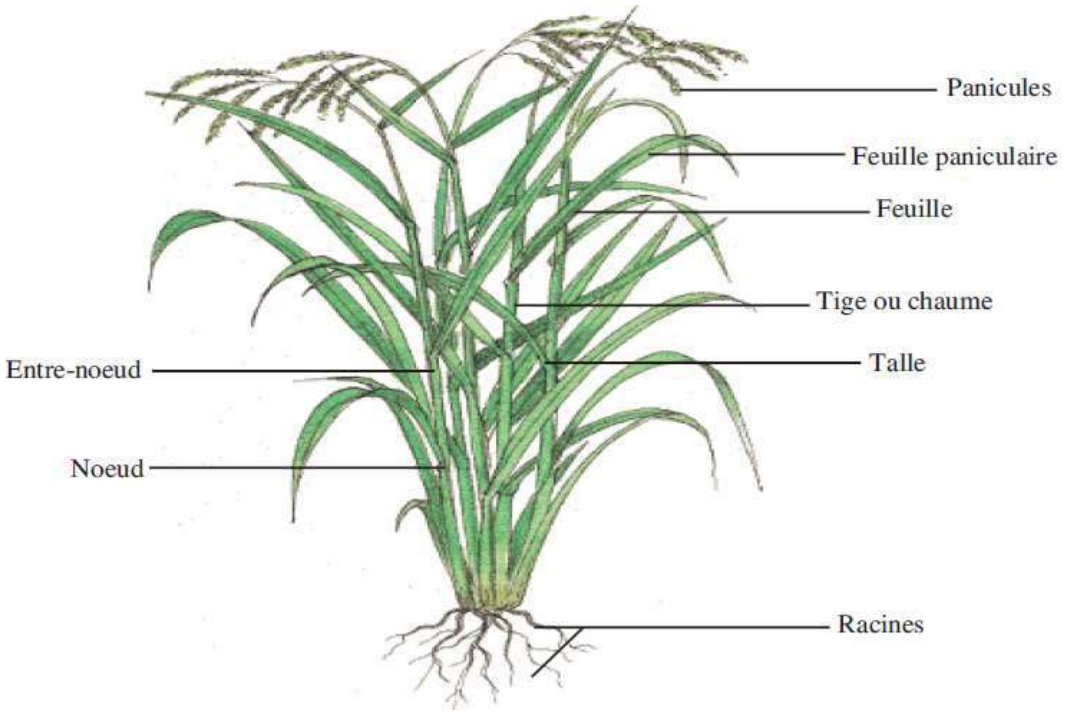


Figure 1 : Le plant de riz[15]

Valeur nutritionnelle et importance du riz dans l'alimentation humaine : Le riz constitue la première céréale mondiale destinée à l'alimentation humaine en termes de production et représente l'aliment de base d'une population de plus de trois milliards de personnes, ce qui équivaut à plus de la moitié de la population mondiale[25]. La consommation annuelle du riz par habitant peut être très importante dans les pays grands consommateurs d'Asie ou d'Afrique. En effet, aux Philippines, à Madagascar ou en Guinée, la consommation par tête dépasse les 100 kg/an. Au-delà d'être source d'alimentation pour environ 50 % de la population mondiale, le riz représente la principale source de protéines pour plus de 2,5 milliards de personnes dans les pays en voie de développement [26,27] Il se distingue des autres céréales par sa teneur élevée en glutélines (solubles dans les bases diluées) et faibles en prolamines (solubles dans les solutions alcooliques) [21,28]. Sur le plan nutritionnel et d'une manière générale, le riz présente une large gamme d'éléments nutritifs (**Tableau 2**). En Afrique de l'ouest et en dehors du Nigeria, la consommation régionale de riz se situe à la première place avec 27% sur l'ensemble des céréales consommées. L'exploitation des données issues des enquêtes réalisées par le PAM (Programme Alimentaire Mondiale) et ses partenaires au Bénin (2009), au Libéria, en Guinée-Bissau et au Sénégal (2010) permet de situer la place du riz dans la sécurité alimentaire familiale de ces pays. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le riz ne semble pas être un aliment spécifiquement consommé par les ménages urbains. La contribution du riz à la consommation alimentaire globale est particulièrement forte pour les ménages en situation d'insécurité alimentaire, notamment des milieux urbains [29].

Tableau 2 : Teneurs en éléments nutritifs évaluées dans 100g de riz cuit[30]

Nom des constituants (unités)		**Teneurs moyennes**
Énergie (Kcal)		130
Eau (g)		70,4
Substances nutritives	Protéines (g)	2,8
	Glucides (g)	28,8
	Sucres (g)	0,11
	Amidon (g)	28,7
	Lipides (g)	0,37
Acides gras	Saturés (g)	0,07
	Monoinsaturés (g)	0,07
	Polyinsaturés (g)	0,09
Fibres alimentaires (g)		0,9
Minéraux et oligoéléments	Sodium (mg)	2
	Magnésium (mg)	9
	Phosphore (mg)	55
	Potassium (mg)	56
	Calcium (mg)	19
	Manganèse (mg)	0,35
	Sélénium (µg)	8,2
Métaux	Fer total (mg)	0,24
	Cuivre (mg)	0,07
	Zinc (mg)	0,37

Iode (µg)		5
Rétinol (µg)		0
Bêta-carotène (µg)		0
Les vitamines	B1 ou Thiamine (mg)	0,07
	B2 ou Riboflavine (mg)	0,01
	B3 ou PP ou Niacine (mg)	2,31
	B5 ou Acide pantothénique (mg)	0,32
	B6 ou Pyridoxine (mg)	0,15
	B9 ou Folates totaux (µg)	4
	B12 ou Cobalamines (µg)	0
	C (mg)	0
	D (µg)	0
Activité vitaminique E (=alpha-tocophérol) (mg)		0

Importance socio-économiques du riz : Les récentes données de la FAO révèlent que, contrairement à 2016 où les prix internationaux du riz ont connu leur plus bas niveau, les premiers mois de 2017 ont été déjà caractérisés par la hausse des prix, surtout pour les variétés parfumées. Cette observation relève de l'Indice FAO des prix du riz (2002-2004=100), qui s'est établi en moyenne à 198 points à la mi-avril, en hausse de 6% par rapport[14] à décembre 2016. Au plan régional, le riz est une des cultures d'intérêt, hautement stratégique et présente un potentiel de rentabilité considérable à travers le marché régional [31]. Son importance et son intérêt stratégiques viennent, non seulement, du fait que l'activité rizicole emploie plus de 20 millions de d'acteurs des zones rurales et constitue (directement ou indirectement) le moyen de subsistance pour plus de 100 millions de personnes[31], mais aussi du fait que la région ouest-africaine connaît une forte saignée de devises occasionnée par les importations massives de riz [32]. Le riz produit en Afrique est, pour la grande partie, autoconsommé [33]. Une infime partie fait l'objet de commercialisation sur les marchés internationaux. Malgré les nombreuses charges liées à sa production, le riz au Togo par exemple, est la culture la plus rentable parmi les céréales cultivées) [34]. En dépit des efforts consentis par les états ouest-africains et les subventions accordées au sous-secteur dans certains pays comme le Sénégal, le développement de cette culture demeure lié à la production et à la politique commerciale des pays asiatiques.

Les contraintes à la production du riz

Les contraintes abiotiques à la production du riz : Le riz est cultivé dans des milieux très variés couvrant une large gamme d'altitudes et de latitudes. Cette plante, d'origine aquatique, et donc assez exigeante en eau par rapport à d'autres céréales, est surtout caractérisée par une grande plasticité vis-à-vis de ses conditions d'alimentation hydrique[35]. Sur la base de la topographie et de l'apport en eaux du riz [36]. Les principales contraintes inhérentes à la pratique rizicole en riziculture de bas-fonds sont présentées dans le **Tableau 3**. Généralement le riz *O. sativa*, pousse sur les sols secs ou inondés et sa température moyenne pendant la phase de croissance varie de 20 à 38°C. Des températures nocturnes inférieures à 15°C peuvent entraîner une stérilité de l'épillet [37]. Des températures supérieures à 21°C lors de la floraison sont nécessaires à l'anthèse et à la pollinisation. En système pluvial, des précipitations d'au moins 750 mm sur une période de 3 à 4 mois sont nécessaires et contrairement à l'espèce africaine, O. sativa est vulnérable à la sécheresse[19].

Tableau 3 : Différents stress inhérents rencontrés dans le continium plateau_bas-fonds source : www.warda.org

Haut de pente	Bas de pente	Lit mineur
Sécheresse	Mauvaises herbes	Mauvaise maitrise de l'eau
Explosion des mauvaises herbes	Gestion de l'eau	Extrêmes température
Attaques des insectes foreurs de tiges	Déficience en N	Déficience en N
Attaques des termites	Sécheresse	Salinité, alcalinité/acide des eaux
Déficience N et P	Toxicité foreuse	Brulures bactériennes des feuilles
Erosion des sols et acidité des sols	Insectes	
	Foreurs des tiges	
	Panachure jaune du riz	
	Cécidomyie africaine	
	Brulures bactériennes des feuilles	

Les contraintes biotiques : Le riz souffre en général plus durement des attaques de ravageurs, qui comprennent insectes, maladies, nématodes, rongeurs, oiseaux et autres animaux[13] (Sy et Séré., 1996). Les adventices sont des concurrents pour les éléments nutritifs, l'eau et la lumière. Pour le riz, la concurrence des adventices peut être si forte que, sans une lutte efficace en temps voulu, la récolte serait complètement anéantie. Les adventices diminuent les rendements et la qualité du produit ainsi que l'efficacité de la récolte, et ils intensifient les problèmes de maladies, d'insectes et d'autres ravageurs en leur servant d'hôtes [38]. Les graminées, les carex et les adventices annuels à grandes feuilles constituent la flore indésirable du riz. La riziculture exige, pour être réussie, l'emploi de technologies et de pratiques culturales adaptées au sol et au climat de la région. Celles-ci comprennent: systèmes durables de culture; préparation du sol et manipulation des semences et des plantules effectuées correctement; application d'engrais; lutte par façons culturales et produits chimiques contre les adventices, les maladies et les ravageurs; gestion des stress; utilisation de variétés résistantes; et travaux de récolte et d'après-récolte exécutés convenablement. Les variétés locales jouent un rôle important dans le développement de la résistance aux nuisibles et aux maladies fongiques [39]. Elles présentent de bonnes caractéristiques qualitatives [40].

Les mauvaises herbes : Ce sont des plantes indésirables qui entrent en compétition avec les plantes utiles pour les éléments essentiels à la croissance et au développement, causant ainsi des pertes de rendement importantes [19]. Ils peuvent servir d'hôtes pour les maladies et les insectes. En plus de cela, certaines mauvaises herbes sont des sources d'inoculum de nombreux pathogènes du riz. Les pertes partielles dues aux adventices dans la région ouest-africaine varient de 8 à 15%. Les mauvaises herbes *Scleria tessellata*, *Panicum repens*, *Leersia hexandra*, *Lipocarpha chinensis*, *Rottboelia cochinchinensis* et *Sporobolus pyramidalis* sont infectées par *Bipolaris oryzae* ; *Echinochloa colona* est infectée par *Pyricularia oryzae* ; *Pennisetum unisetum* et *Eleusine indica* sont à la fois infectées par *Pyricularia oryzae* et *Bipolaris oryzae*. Ils compétissent avec le riz pour la recherche de nutriments dans le sol. Lorsque leur nombre est important, ils engendrent une baisse de rendement de la culture [41].

Les viroses :

La panachure jaune du riz : Le virus a été identifié pour la première fois en 1966 au Kenya. La panachure jaune du riz est causée par le RYMV (RiceYellow Mottle Virus). Il se présente sous forme de particule ultra microscopique de 26 à 30 mm de diamètre observable au microscope électronique. La maladie tient son nom des symptômes de jaunissement des feuilles des plants infectés. Les principaux symptômes se présentent comme suit : le rabougrissement, la réduction du tallage, la bigarrure foliaire par des stries jaunâtres, des panicules parfois malformées et stérilisées[42]. Les symptômes initiaux se traduisent par un jaunissement qui apparaît 10 à 15 jours après inoculation, exhibant sur les feuilles juvéniles une marbrure relativement nette (**photo 5**). Pour certaines variétés, les feuilles âgées exhibent une teinte orangée pouvant être confondue aux symptômes de toxicité ferreuse, à la seule différence que les symptômes typiques de virose de RYMV sont dans ce cas totalement absents[13]. Le tallage, peut-être sévèrement affecté en cas d'attaque précoce et dans les limites, entraine la destruction totale de la plante. Dans les champs, les plants infectés sont repérables 3 à 4 semaines après repiquage et sont remarquables à leur apparence jaunâtre. Les feuilles jaunes montrent des mouchetures ou des stries jaunes-verdâtres.[13]. 6L'utilisation des variétés résistantes semble être le moyen le plus prometteur pour lutter contre le RYMV [43].



Photo 5: Symptômes de la panachure jaune du riz Source[42]

Le nanisme du riz : Elle est apparue pour la première fois sur la ferme de l'IRRI en 1969[43] et transmise par la cicadelle brune (*Nilaparvata lugens)*. Lorsqu'elle est bien développée, les symptômes sur les plants malades s'expriment sous la forme d'un sévère rabougrissement, d'un tallage excessif et d'un port érigé (**photo 6**). Les feuilles sont courtes, étroites, érigées, d'un vert pâle ou d'un jaune pâle et portent souvent de nombreuses petites taches marrons foncées de formes variées qui forment des marbrures[13]. Elles se verdoient lors d'un apport adéquat d'engrais azoté. Les pertes de rendement entraînées par l'infestation des plants peuvent varier de zéro à la totalité de la récolte. La lutte contre cette maladie est l'utilisation des variétés résistantes.



Photo 6 : Plants de riz atteints du nanisme Source : www.fao.org

Le tungro du riz : L'espèce *Nephotettix virescens* constitue le principal vecteur du tungro. Les vecteurs en se nourrissant des phloèmes de plants infectés, contractent le virus puis le transmettent à des plantes saines lorsqu'elles s'en alimentent[44]. Le virus est non persistant, prêt à être transmis dans les deux heures qui suivent le moment où il a été contracté. Le tungro induit une baisse importante de la chlorophylle dans les feuilles[45]. Le vecteur se multiplie vite dans les premières phases de croissance végétative, migre sur de longues distances et répand ainsi rapidement la maladie. Le tungro est endémique dans les zones où les cultures se chevauchent ou, où elles sont continues. Les feuilles des plantes touchées deviennent oranges ou rouges briques, associées à une chlorose des feuilles nouvellement sorties (**photo 7**). Les plantes infestées sont considérablement rabougries et présentent un nombre réduit de talles[38]. Elles peuvent ne pas porter de panicules ou s'elles en émergent, ne s'allongent pas et portent des épillets décolorés et pailleux. Hors saison, le virus se réfugie dans le riz sauvage, les chaumes et dans les adventices sans se manifester.



Photo 7: Symptômes du virus tungro du riz Source: IRRI, 2002

Les bactérioses :

La flétrissure bactérienne : Elle est causée par *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, une bactérie Gram négatif, en forme de bâtonnet, appartenant à la famille des *Xanthomonadacées.* Sa mobilité est assurée grâce à un flagelle polaire. Dans les cultures sur agar nutritif, apparaissent des colonies circulaires

continues, lisses, convexes, opaques, d'abord jaunes blanchâtres puis jaunes pâles. Dans les cultures sur milieu solide, les colonies présentent une forme ronde, convexe, de couleur jaune, due à la production du pigment *xanthomonadine*, la véritable caractéristique du gène causal. Elles sont importantes dans la formation des gouttelettes d'exsudats bactériens des feuilles infectées et servent de protection contre le dessèchement provoqué par le vent et l'arrivée tardive des pluies. Les symptômes produits par X.oryzae pv. *oryzae* sont de trois types [46] : la bactériose des feuilles (leaf blight), le flétrissement ou kresek (wilting) et le jaunissement pâle des feuilles (pale yellow) (**photo 8**). Les stratégies de contrôle de la maladie doivent être basées sur des méthodes qui permettent d'éviter la variabilité des sources d'inoculum et qui maintiennent au minimum la propagation de la maladie (bactérie) dans les champs [46]. En dehors des méthodes chimiques et biochimiques on note quelques pratiques culturales.

- l'utilisation judicieuse de la dose normale d'azote et celle de l'urée recommandée (150 kg/ha). Ce dosage est réduit de 50 kg/ha quand la maladie est observée au champ (Dharam,*)*
- l'enlèvement ou le brûlage de paille des plantes attaquées[47]
- l'utilisation des semences saines et indemnes.



Photo 8: Symptômes du flétrissement bactérienne du riz Source:www.invasive.org

Les insectes : Les insectes ravageurs et les pathogènes causent des pertes financières aux entrepôts, détruisant jusqu'à 5% des produits. Les moisissures de stockage de graines sont les principaux responsables de manifestations majeures de détérioration des graines stockées. Elles sont à la base de la diminution du pouvoir germinatif, de la décoloration et du changement d'état biochimique, de la pourriture, de la décrépitude et de la production de mycotoxine [20]. Des recherches révèlent que les insectes ravageurs qui attaquent les produits entreposés, causent des pertes financières aux paysans mais également d'énormes disparités régionales. Depuis 2009, la production a augmenté dans plusieurs pays africains et le stockage est devenu une pratique répandue. Sur un échantillon de 65 entrepôts de riz, un sondage a révélé que pour une durée de stockage située entre quatre et six mois, les pertes financières pouvaient atteindre 21. 315 F CFA par tonne de riz stocké dans le Sud contre 8.000 F CFA dans le Nord [48].

Les nématodes : Quarante genres de nématodes sont associés au riz à l'échelle mondiale. Ils sont classés en deux groupes, selon qu'ils causent des symptômes et dégâts sur les racines ou sur les parties aériennes[45] (**photo 9**). En effet le nématode *Hirschmanniella oryzae,* est largement répandu probablement dans tous les pays rizicoles du monde. Le genre Aphelenchoides est un ectoparasite des feuilles qui comporte plusieurs espèces attaquant principalement les cultures ornementales et maraîchères. L'espèce attaquant le riz et provoquant «The White tip disease» a été décrit dans de nombreux pays ouest et centre africains[49]. Le nématode pénètre dans la racine à travers l'épiderme, se nourrit dans les tissus parenchymateux et s'y multiplie. Sur les tiges et panicules, on distingue le nématode des "bouts blancs" (*Aphelenchoides besseyi,* Christie) qui présente au moment de la phase d'élongation de la tige, des symptômes bien visibles sur les feuilles et dont les extrémités offrent une couleur blanchâtre et chlorotique sur une longueur d'environ 5 cm qui s'enroulent et meurent[45].la maladie causée par le nématode de la tige (*Ditylenchus angustus,* Filipjev) où des feuilles paniculaires, s'accompagne des décolorations en mosaïques accompagnées d'une crispation au niveau de la base surtout quand elles sont encore jeunes. Les panicules se tordent et partiellement se stérilisent[45]. Les dégâts provoqués sont modérés et l'usage de quelques mesures de contrôle comme l'emploi du *Sesbania rostrata* Brem, une plante piège ou l'épandage d'un excès d'engrais azotés ont prouvé leur efficacité en Philippines [50]. De même, l'utilisation des nématoïdes a permis des gains de rendements importants seulement que leur coût très élevé rend leur acquisition difficile.



Photo 9: Symptômes causés par *hirschmaniella oryzae* Source : www.invasive.org

Les champignons

L'helminthosporiose ou maladie des taches brunes : L'agent causal *Drechslera oryzae,* est également connu sous les noms *d'Helminthosporium oryzae* ou de *Bipolaris oryzae* ou bien de *Cochliobolus miyabeanus* et est transmis par les semences contaminées. Il est généralement associé à des problèmes de sols, de carences ou de libération de substances toxiques telles que l'hydrogène sulfuré. Les semences constituent les sources de l'inoculum primaire (**photo 10**). La lutte contre cette affection repose essentiellement sur l'assainissement du champ, les rotations culturales, le respect du calendrier cultural, la fumure équilibrée, la lutte chimique et l'amélioration de la résistance variétale. Des données récentes permettent d'affirmer que la nutrition appropriée du sol est un facteur important pour contrôler la maladie[13, 51].



Photo 10: Symptômes de la maladie des taches brunes[6]

La pyriculariose du riz : La pyriculariose causée par *Magnaporte grisea* (champignon filamenteux ascomycète, de type pyrénomycète), dont l'anamorphe est *Pyricularia grisea* est la maladie fongique la plus grave et la plus redoutable du riz [52]. Le champignon attaque toutes les parties aériennes de la plante (**photo 11**) : feuilles, gaines foliaires, noeuds des tiges, bases des panicules, rachis et glumelles[13]. Il relève de la classe des Deuteromycettes, en particulier des Ascomyète, de l'ordre des Moniliales, de la famille des Moniliacées hyalofragmiées et du genre Pyricularia. La pyriculariose est présente sur tous les continents et dans tous les systèmes de culture. Sur les feuilles, les symptômes apparaissent sous forme de petits points bruns grisâtres qui rapidement deviennent des lésions typiques, brunes à centre grisâtre ou blanchâtre. Dans les cas les plus graves, les feuilles deviennent entièrement brunes et entrainent la disparition de la plante [45]. Sur la panicule, les symptômes se situent principalement au niveau du noeud paniculaire qui vire au brun, parfois blanchâtre (**photo 11**). Les attaques les plus graves causent une stérilité totale des grains suivie de la cassure de la panicule au niveau du noeud. La pyriculariose des noeuds tout comme celle du cou, se manifeste par une pourriture brun-noirâtre ou la désorganisation des tissus et provoque la cassure de la tige ou de la base des panicules[13] .



Photo 11: Symptômes de la pyriculariose du riz[6]

L'échaudure foliaire : L'agent pathogène est initialement connu sous le nom de *Rhynchosporium oryzae*. Il est d'origine cryptogamique et existe dans tous les écosystèmes rizicoles malgré sa prédominance notoire sous écosystème pluvial. On le rencontre pratiquement dans tous les pays d'Afrique de l'Ouest où il sévit particulièrement dans les zones humides surtout dans les régions des pays de la Côte d'Ivoire, du Liberia, de la Sierra Leone[13]. Le champignon est capable d'infecter tous les organes aériens de la plante à tous les stades de son développement. Ses lésions sont en général zonées compte tenu des éventuelles transmissions occasionnées par les semences contaminées (**photo 12**). Cependant, les atteintes sont particulièrement fréquentes et sévères sur les limbes foliaires. Les méthodes de lutte sont surtout basées sur les pratiques culturales comme l'utilisation des semences saines et indemnes, la destruction des tissus foliaires contaminés et les talles de plantes sèches, l'emploi de la rotation de cultures autant que possible. Etant donné que les apports excessifs d'engrais azotés augmentent la sensibilité du riz à la maladie, il est conseillé de faire des applications



Photo 12: Symptômes de la maladie de l'échaudure foliaire [6]

Le faux charbon : L'agent causal est *Ustilaginoidea virens. Les* graines transformées en amas du vecteur jaunissent et passent de la brune sombre au noire (**photo 13**). Certains grains de la panicule se transforment en boules, de spores verdâtres, d'aspect velouté[13]. Ces boules au début petites, se distinguent entre les glumes. Elles atteignent ensuite 1cm de diamètre ou plus et enferment les organes floraux. Les sclérotes du sol qui germent en saison de culture, produisent des spores et infectent les fleurs. La membrane éclate sous l'effet du gonflement et la boule devient orange puis vert jaunâtre ou noir verdâtre. En général, seuls quelques grains sont contaminés à l'intérieur de la panicule, même si parfois ils peuvent être nombreux. La maladie est plus grave pour le riz pluvial que pour le riz aquatique [19]. En effet La maladie ne provoque pas de pertes importantes la méthode de lutte se base sur, l'utilisation de la rotation des cultures autant que possible; asséchées et brûlées les champs contaminés.



Photo 13: Symptômes de la maladie du faux charbon [6]

La virescence ou le mildiou du riz : La maladie est provoquée par l'excès d'humidité dans une zone, entrainant des bactéries et des odeurs de moisi difficiles à enlever [15]. Néanmoins, il existe des produits qui semblent réduire l'humidité et les moisissures, notamment les déshumidificateurs. Le mildiou détruit les feuilles de la plante de riz et nuit aux panicules (**photo 14**). L'arme la plus efficace contre le mildiou est la sélection de variétés résistantes.



Photo 14: Symptômes du mildiou du riz[15]

La pourriture des gaines : Elle est provoquée par *Sarocladium oryzae* et se produit sur la gaine supérieure qui couvre les jeunes panicules. Les lésions débutent comme des taches oblongues irrégulières de 0,5 à 1,5 cm de long suivies d'un pourtour brun et d'un centre gris ou entièrement d'un brun grisâtre. Les symptômes les plus sévères apparaissent sur les gaines des feuilles supérieures incluant la jeune panicule à l'étape de coffre (**photo 15**). Elle grandit se fond et recouvre la plus grande partie de la gaine[52]. Les jeunes panicules pourrissent dans la gaine ou partiellement émergent. A l'intérieur des gaines contaminées se distingue une matière poudreuse blanche abondante ainsi que

les jeunes panicules pourries[13]. Les méthodes de lutte sont basées sur les pratiques culturales, avec l'utilisation des semences saines et indemnes; d'autres techniques permettent de prévenir les blessures dues aux insectes, comme les mineurs de la tige, car elles facilitent l'infection et donc aggravent la maladie. Enlever et brûler très souvent les plantes contaminées, planifier les semis du riz de manière que les périodes de temps défavorables au développement de la maladie coïncident avec les divers stades de vulnérabilité de la plante. On réduit l'incidence de la maladie en augmentant l'apport de potassium. Enfin, utiliser des cultivars résistants à la pourriture de la gaine.



Photo 15: Symptômes de la pourriture des gaines Source[6]: AfricaRice, 2012

La cercosporiose du riz : La tache brune étroite (également appelée tache brune étroite de feuille, ou tache de feuille de cercospora de riz) est provoquée par le champignon Sphaerulina oryzina (syn.*cercospora janseana*, *Cercospora oryzae*) et peut infecter des feuilles, des gaines, et des panicules[53].

L'agent responsable et symptômes de la cercosporiose du riz : L'agent responsable de la cercoporiose du riz est *sphaerulina oryzina.* Après l'infection par *sphaerulina oryzina*, des lésions linéaires apparaissent entre 2 et 10 mm de long et généralement entre 1 et 1,5 mm de large. Le grand axe est parallèle à celui de la feuille. Les lésions ont un centre brun foncé et la bordure s'efface lorsque la marge extérieure est atteinte[53]. Les lésions sur la gaine sont similaires à celles de la feuille, tandis que les lésions sur les glumes sont plus courtes et ont tendance à se propager latéralement. Les pédicelles et les glumes peuvent également être infectés. Les symptômes sont généralement étendus au cours des derniers stades de croissance, les lésions apparaissant juste avant l'anthèse (ouverture de la fleur) (**photo 16**). La maladie peut provoquer la maturation prématurée des noyaux et le dépôt des plantes. L'infection par *sphaerulina oryzina* peut provoquer une coloration brun violacé des graines ou du grain. C'est l'un des nombreux champignons associés à la décoloration. Elle entraîne la mort prématurée des feuilles et des gaines foliaires, la maturation prématurée des grains et, dans les cas graves la destruction totale des plantes. La cercosporiose du riz a été signalée dans les régions rizicoles tropicales et subtropicales d'Asie, d'Afrique, d'Australie et d'Amérique du Nord, Centrale et du Sud et de la Papouasie-Nouvelle-Guinée. La maladie se manifeste généralement dans les sols déficients en potassium et dans les zones où la température varie entre 25 et 28 ° C. Il apparaît tardivement, pendant le stade de l'épiaison. Les plantes sont plus sensibles au début de la phase

paniculaire, et les dommages deviennent plus graves au fur et à mesure que les plantes arrivent à maturité.

Les lésions sont typiques sur les feuilles et la gaine foliaire supérieure, sont de couleur brun clair à brun foncé, linéaires et progressent parallèlement à la nervure[53]. Les lésions sur les feuilles de variétés très sensibles peuvent s'agrandir et se lier ensemble, formant des régions nécrotiques linéaires brunes. Sur les glumes, les lésions sont généralement plus courtes mais peuvent être plus larges que celles des feuilles. Les lésions brunes se trouvent également sur les pédicelles. La maladie provoque également une décoloration de la gaine foliaire, appelée «tache nette», en raison de la forme réticulée des zones brunes et brun clair à jaune. Les lésions linéaires rendent la maladie distincte des autres maladies foliaires[53].



Photo 16: Symptômes de la cercosporiose Source : www.invasive.org

Le mode de transmission, d'infection et développement de la cercosporiose du riz : L'agent pathogène passe l'hiver sous forme de spores dans les débris végétaux infectés (**photo 17**). Le champignon produit de nouvelles spores au printemps qui réinfectent le riz. Les spores sont transportées par le vent et les pluies torrentielles. Le mouvement peut être sur de longues distances [53].



Photo 17: Résidus des pailles de riz, agents pathogènes de la cercosporiose[53]

Les méthodes de lutte contre la cercosporiose du riz : Les dommages importants causés par une tache brune étroite diminuent la valeur marchande des grains et réduisent la récupération de la mouture. En termes de perte de rendement, seules des épidémies sévères occasionnelles sont connues; et généralement, la tache brune étroite n'a aucune implication économique significative. Il est donc important de trouver des méthodes de luttes adéquates.

Utilisez des variétés résistantes. Gardez les champs propres. Enlever les mauvaises herbes et le reste de riz dans le champ et dans les zones avoisinantes pour éliminer les hôtes alternatifs qui permettent au champignon de survivre et d'infecter de nouvelles cultures de riz [53]. Utiliser des nutriments équilibrés; assurez-vous que le potassium adéquat est utilisé. Si une tache brune étroite (symptômes) apparait et présente un risque pour le champ, vaporisez du propiconazole au début du traitement. Eviter les semis tardives, ne pas trop fertiliser le sol avec de l'engrais riche en Azote (Don G et *al*., 1914).

DISCUSSION

La cercosporiose est une maladie foliaire observable sur tous les cinq continents avec une prédominance en Afrique selon Don G et *al*.[53] De notre revue il en ressort que la cercosporiose du riz est une maladie peu présente dans les rizières d'Afrique de l'ouest, mais elle pourrait devenir une maladie majeur si nous ne cherchons à l'étudier mieux et la connaitre. Le riz est une céréale cultivé sur les cinq continents avec une diversité écologique variable. Les plus grands producteurs de riz sont les Asiatiques, Ils en sont également les principaux consommateurs[14]. Les principales régions d'activités rizicole en Afrique sont ses zones Ouest et Est qui assurent près de 95% de la production, cela est confirmé part les résultats de Sié et *al*.[15],. Mais la pluviométrie, les conditions climatiques défavorables et la réduction des terres cultivables au profil d'autres culture comme le blé, le Mais, le cacao… pourrait voir diminuer la production du riz dans la zone Ouest Africaine. Il existe plusieurs types de rizicultures mais seulement quelques-unes sont pratiquées en Afrique de l'Ouest notamment la riziculture pluviale (60% des superficies cultivées) et la riziculture d'eau douce (27,5% des superficies cultivées) [37]. La réduction des surfaces cultivable s'avère donc être un sérieux problème a la production rizicole en Afrique de l'Ouest. La production du riz est confronté a d'énormes contraintes d'ordre abiotique et d'ordre biotique. Parmi les contraintes abiotiques en fonction des types de rizicultures pratiquées en Afrique de l'ouest notamment la riziculture pluviale stricte, la sécheresse, la température, l'acidité du sol sont les contraintes majeurs a la production du riz. Ces résultats sont en conformité avec ceux d'ADRAO.[37]. Pour se qui est des contraintes biotiques a la production du riz, elles sont nombreuses mais n'ont pas le même degré de virulence. Nous avons entres autres les mauvaises herbes qui entrent en compétitions avec le riz, il s'agit de *Scleria tessellata, Panicum repens, Leersia hexandra, Lipocarpha chinensis, Rottboelia cochinchinensis*…. Qui entrent en compétition avec le riz pour les nutriments du sol, lorsque leurs nombre est important ils peuvent entrainer une baisse du rendement[41]. Selon Gnancadja et *al*.[54], plus la surface de la feuille paniculaire est endommagée, plus le nombre de grains pleins diminues. Divers maladies sont observables sur le riz, les maladies virales, la plus connue est la panachure jaune du riz causée par RYMV pouvant entrainer une perte allant jusqu'à 90%. Les maladies bactériennes sont aussi observées la plus dévastatrices est le flétrissement bactérienne causé *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*[13]. Les nématodes sont aussi observables dans les rizières pouvant causer d'énorme perte selon Arraudeau[45,] 40 quarante genres de nématodes sont associés au riz à l'échelle mondiale. Les maladies causées par les champignons sont responsables depuis des décennies d'énorme perte liées a la production du riz les plus connues et les plus dévastatrices sont la Pyriculriose causée par *Magnaporte*

grisea , l'Helminthosporiose causée par *Drechslera oryzae* dite affection majeur. Selon Silué.,[52], la maladie fongique la plus grave et la plus redoutable du riz est la pyriculariose. Certaines maladies fongiques sont caractérisées en Afrique de l'Ouest d'affections mineures confirmé par Wopereis et al.[12], il s'agit entre autres du faux charbon, de la galle blanche, des stries bactériennes, de la pourriture des gaines, de la maladies des chaumes, de la décoloration des gaines, du gigantisme et de la cercosporiose.

Selon M. Sonko, « il existe de nombreux cas de maladies du riz ; la plus fréquente en Casamance est la cercosporiose qui est une maladie fongique foliaire » [55]. Il faut dire que cette maladie du riz, qui empêche sérieusement l'atteinte de certains seuils de production dans la partie sud du pays, est principalement causée par *Sphaerulina oryzina*. Don, G., et *al* .[53] dit que 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 a temps. En Mauritani Marnotte P.[56] affirme que l'ensoleillement et l'hygrometrie des zones semi-arides ne sont guerre favorables au développement des maladies cryptogamiques comme la pyriculariose la plus dangereuse pour le riz, la cercosporiose et la rynchosporiose. Mais la variation d'un seul facteur climatique peut être suffisante pour créer des conditions épidémiologies propres à l'explosion rapide de l'une d'entre elles. Au Burkina Faso la cercosporiose considérée comme affection mineur depuis 2016, commence à causer de nombreux dégâts dans la vallée rizicole du Kou mais aucune étude sérieuse n'a été menée sur la pathologie. Au Bénin aucune étude n'a été menée sur la cercosporiose du riz, elle n'est pas observable dans toute les zones rizicoles, même quant elle est observée elle ne cause pas d'énorme dégâts car elle a une faible densité. Il faut aussi souligner que les paysans ne savent pas reconnaitre cette maladie car les symptômes s'apparentent et s'associes à ceux d'autres maladies fongiques. La cercosporiose est présente au Bénin car nous l'avons observée dans les rizières de ZINVIE, ADJEHOUN, GOUTI, et selon son mode de transmission à travers les débrits, le sol ou le ruissellement des eaux torrentielles, elle pourrait être une maladie dévastatrice dans les années à venir, surtout que le système de production du riz est basé sur la monoculture. La cercosporiose pourrait être entretenue par mégarde par les producteurs puisqu'ils n'en connaissent pas les symptômes. Des méthodes de lutte préventives doivent être envisagées en associant les producteurs. Les méthodes culturales (alternance de culture, destruction des résidus de culture infectés), l'utilisation des variétés résistantes. La plupart des variétés dites résistantes n'ont pas été testés à la cercosporiose à forte pression. La cercosporiose peut causer de grands dommages aux variétés sensibles en réduisant la surface verte des feuilles, entraînant la mort des feuilles, Mais elle a un faible impact économique sur les cultivars résistants. Notre travail a consisté à faire un bilan des activités menées sur la cercosporiose mais il s'avère que très peu d'études ont été menées sur cette maladie, si qui rend complexe et intéressante notre travail car elle permettra d'apporter un éclaircissement sur cette pathologie qui sévie en Afrique de l'Ouest.

CONCLUSION

Les maladies foliaires demeurent de nos jours un facteur important de réduction de la productivité des plantes. Afin d'améliorer notre connaissance sur les maladies fongiques du riz notamment celle de la cercosporiose. Des recherches basées sur la sévérité, la prévalence, le mode de transmission, les symptômes sur cette maladie ont été concluant. En effet la cercosporiose forme avec les autres maladies un complexe parasitaire. Au champ, aucune étude n'a été réalisée pour montrer comment s'installe les maladies foliaires du riz au niveau des rizières Béninoise. L'épidémiologie de ces maladies du riz demande à être précisée. Dans ce sens, il est important de penser à un programme de

lutte préventive comprenant le travail du sol, l'élimination des résidus des cultures, l'utilisation des variétés résistantes ainsi que le traitement des semences. Ceci permettra d'offrir une possibilité d'écarter quelques maladies en dehors du champ et de prévenir l'introduction de races virulentes. D'âpres Rapilly[57], certaines pratiques culturales comme le labour et les rotations peuvent réduisent très fortement la quantité d'inoculum produites par les parasites qui se conservent sur les débris des cultures. L'attaque de la feuille paniculaire perturbe le stockage des sucres dans les grains. Par ailleurs, la présence de cette mycoflore pourra influencer énormément la production. Au terme de cette étude de généralité sur le riz, des maladies du riz, nous retenons que le riz est un céréale important dans la vie des hommes car elle constitue un aliment de base. Mais elle est confronté a de nombreuse pressions parasitaires dont les maladies qui diminues sa productivité il est donc important de s'intéresser a ces pathogènes afin de protéger nos cultures contre les pertes occasionnées.

REFERENCES

1. Grisp, CGIAR Thematic Area 3: Sustainable crop productivity increase for global food security A CGIAR Research Program on Rice-Based Production Systems. IRRI, AfricaRice, CIAT, 2010,267 p.
2. FAO, Production year book, 2004, Vol.58. Rome, 4 p.
3. Anonyme., Mémento de l'agronome. Paris, Ministère de la coopération et du développement, 1991,pp 687 – 716 (1635 p)
4. Anonyme., : Mémento de l'agronome, Ministère des affaires étrangères – CIRAD -GRET, 2002,799 – 811pp.
5. FAO. Perspectives de recolte et situation alimentaire. Bulletin d'information N° 6 de décembre 2007 SMIAR, 41 p.
6. Africa Rice., 2012 : Selection for Resistance to Biotic Stresses of Rice Breeding Training Course Saint Louis, BTF, Meeting Saint Louis, Senegal May 29-June02, 124p.
7. F.Lançon, O. Erenstein, A. Touré, G. Akpokodje, Qualité et compétitivité des riz locaux et importés sur les marchés urbains Ouest-Africains. Cahiers Agricultures,2004,
8. Africa Rice. New Breeding Directions at AfricaRice: Beyond NERICA. Cotonou, Benin, 2010, 24 p.
9. N. Sarla and B.P.M. Swamy, Oryza glaberrima: A source for the improvement of Oryza sativa, Current Science, 2005, (89) 25 955-963p.
10. K. Futakuchi, and M. Sié, M., 2009: Better Exploitation of African Rice (Oryza glaberrima Steud.) in Varietal Development for Resource-Poor Farmers in West and Central Africa. Agricultural Journal, 2009, (4) 96 – 102p
11. P. Sankara, Contribution à la culture de Puccinia arachidis Speg in vitro et étude de la rouille et des cercosporioses su l'arachide au Burkina Faso.In : Influence du climat sur la production des cultures tropicales. Comptes rendus du séminaire régionl organize par la foundation Internationale pour la science (IFS) et le centre technique de coopération Agricole et Rurale (CTA) du 23 au 28 septembre, Ouagadougou BP7021.BF.ISBN : 91-1996,857-98-0. 346-356p.

12. M.C.S.Wopereis, T. Defoer, P. Idinoba,S. Diack, , M.J Dugué, Curriculum for Participatory Learning and Action Research (PLAR) for Integrated Rice Management (IRM) in Inland Valleys of Sub-Saharan Africa: Technical Manual. AfricaRice,2009, 128p
13. A.A.Sy, Y. Séré,: Manuel de formation en pathologie du riz ADRAO. Imprint Design. Royaume- Uni, 1996, 94p.
14. FAO, Suivi du Marché de Riz (SMR), Rapport, 2107, Vol XX, Ed 1, 10p.
15. M.Sié, S. Dogbé, M. Diatta, Sélection variétale participative du riz : Manuel du technicien. Centre du Riz pour l'Afrique, 2009, 126 p.
16. USDA. Senegal: Grain and feed annual/2013 West Africa: Rice annual ». GAIN Report, 2013.
17. T. Defoer, M.C.S. Wopereis, M.P. Jones, F. Lançon, O. Erenstein, Challenges innovation and change: towards rice-based food security in sub- Saharan Africa. In proceedings of the 20th Session of the International Rice Commission. Bangkok-Thaïlande,2002,
18. J. Rodenburg and D.E. Johnson, Weed management in rice-Based cropping systems in Africa. Advance in Agronomy,2009, (103) 150–201p
19. ADRAO, NERICA, : le riz, source de vie. Bouaké, 8p,2002,.
20. Irri-International Rice Research Institute, 2005: World Rice Statistics. Los Baños, Philippines, http:// www.irri.org/ science/ ricestat/, 34p.
21. B.O.Juliano, Le riz dans la nutrition humaine. Rome, FAO – IRRI, 1994, 180 p.
22. G. Second, Relations évolutives chez le genre Oryza et processus de domestication des riz.Thèse d'État, Orsay, Université Paris XI. Collection Études et thèses. ORSTOM, 1984, 189p.
23. J. Pernes, J. Berthaud,G. Besançon, D. Combes, J.M. Leblanc, M. Lourd, Y. Savidan, G. Second, : Gestion des ressources génétiques des plantes : monographies. Tome I. Edition Lavoisier.1984, 212p.
24. M. Jacquot, G. Clement, E. Guiderdoni, B. Pons, Le riz. In : Amélioration des espèces végétales cultivées, Gallais A.et Bannerot H. éd., Paris, France, INRA, 1992,71-88; 118-119p
25. R. Cantral, and T. Reeves, The cereal of the World's Poor takes center stage. Science, 2002, 296p.
26. A. Gallais, H. Bannerot, "Amélioration des espèces cultivées". INRA Paris Éditions, 1992, 71-88p.
27. A.S.P. Nguetta, A.Y. Lidah, C.N.M. Ebélébé, R.G. Guéi, Sélection de variétés performantes de riz pluvial (Oryza sp.) dans la région subéquatoriale du Congo Brazzaville, Afrique Science, 2006, 02 (3) 352 – 364p.
28. B. Laignelet, Le riz, in Godon, B.et Willm, C. Les industries de première transformation des céréales, Lavoisier. Tec et Doc/Apria. Paris, 1998, 75- 83(679p).
29. PAM, Analyse Globale de la Vulnérabilité à la Sécurité Alimentaire et Nutrition,2009.
30. Anses, Valeurs nutritionnelles pour 100g riz blanc cuit; Tableau de composition nutritionnelle. Ciqual, 2008.

31. V.Balasubramanian, M. Sie, R.J. Hijmans, K. Otsuka, Increasing rice production in sub-saharan Africa: Challenges and Opportunities. Advances, Agronomy Elsevier Inc, 2007,(94) 79p.

32. J.S. Zoundi, L. Hitimana, Hussein, Économie familiale et innovation agricole en Afrique de l'ouest : vers de nouveaux partenariats. SCSAO/SAH/D106, 2005.

33. M. Sié, Prospection et évaluation génétique des variétés traditionnelles de riz *(Oryza sanvaL et 0. glaberrima Steud)* du Burkina Faso. Thèse de Docteur - Ingénieur, spécialité: génétique et amélioration des espèces végétales, Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, 1991, 118p.

34. K. Aboa, H. Dantsey-Barry,K.E. Kpemoua, Le riz (*Oryza* spp.). In *:* Agbobli, C. A., Adomefa, K. Situation de référence pour les principales céréales au Togo : Riz, maïs, mil, sorgho. Lomé, ITRA, 2007,39 – 68 (107 p).

35. B. Courtois, Les systèmes de culture du riz pluvial; Mémoires et Travaux de l'IRAT, 1988,.

36. P.N. Windmeijer, N.V. Duivenbooden, W. Andriesse, Characterization of rice-growing agroecosystems in West Africa: semi-detailed characterization of inland valleys in Côte d'Ivoire. WARDA - Wageningen Agricultural University, 1994.

37. ADRAO, Manuel du formateur, 1995, 395p.

38. Irri-International Rice Research Institute., 2002: Standard Evaluation System for Rice(SES) Find out how the qualities of rice are evaluate and score in this authoritative sourcebook Los Banos Philippines, 56p.

39. F. Taguchi-shiobara, H. Ozaki, H. Sato, H. Maeda, Y. Kojima,T. Ebitani, « Mapping and validation of QTLs for rice sheath blight resistance ». Breeding Science ,2013, (63) (3) 301-308p

40. J.H. Lai, Rare black glutinous rice germplasm in eastern Guizhou province , Crop Genetic Resources,1965, (2) 53-54p

41. G.H.C. Dossa, Importance du Flétrissement Bactérien du riz sur le Périmètre Irrigué de Malanville, 2010,77p.

42. L.Albar, M. Baugratz-Reyser, E. Hébrard, M.N. Ndjiondjop, M. Jones, A. Guesquièr, Mutation in the elF(iso)4G translation initiation factor confers high resistance of rice to RYMV The Plant Pathology, Journal,2006, 47, 417-426p.

43. Irri-International Rice Research Institute., 1969: Annual report for 1968. P.O. Box 933, Manila, Philippines, 25p

44. F.E. Nwilene, U.T. Williams, «Reactions of differential genotypes to African gall midge in West Africa». Intel. Pest. Manag, 2002, Vol 48, 195-201p

45. P. Arrandeau, Le riz irrigué : Tome 1, Maisonneuve et Larose, Paris, 1998, 321 p.

46. M.S. Veena, H.S. Shetty, C.N. Mortensen, et S.B. Mathur, Bacterial Leaf Blight of rice. Technical Bulletin. DTP et Offset Printing by Surina Graphics, Mysne, Ph : 2000,(0) 516296, (A) 513193

47. 1. Goto, Estimating losses from rice blast in Japan. In international Rice research Institute, The rice blast disease: proceedings of a symposium. Baltimore: johns Hopkins press,1965, 195-202p
48. A. Togola, Connaissance paysanne des insectes foreurs de tiges du riz et leurs dégâts dans différentes zones écologiques du Bénin (Afrique de l'Ouest). Cah. Agric., 2010, v 19, 262-266p.
49. S.H.Ou, Rice disease. Second edition. Commonwealth Agricultural Bureau International Mycological Institute, Farham House, United Kingdom, 1985, 380 p.
50. Reversat, G., Bouman, B., Fernandez, L., Lampayan, R., et Castaneda, A., 2003: How water shortage in irrigated Asian rice production potentiel threat of plant parasitic nematodes. AFPP-seventh international conference on plant Diseases, Tours, France, December 3-5, 8p
51. J.L. Notteghem, G.M. Andriatompo, M. Chatel, R. Dechanet, : Techniques utilisées pour la sélection des variétés de riz possédent la résistance horizontale à la pyriculariose.-Ann. Phytopathol., 1980, 12(3), 199-226p.
52. D. Silué, Utilisation de la reproduction sexuée de Maganporthe grisea agent de la pyriculariose du riz pour l'étude des relations de virulence-résistance spécifique. Thèse doct., Univ. Paris XI, centre d'orday, France,1990, 156p.
53. G. Don, L.A. Crowley, and H. Clayton, LSU AgCenter, Department of Plant Pathology and Crop Physiology, Baton Rouge LA, 1914, 17p.
54. L.S.A. Gnancadja, Effet de certaines espèces fongiques sur le développement de la ternissue des grains de riz. Rev Inst Agr. Vét. Hassan II, 2005, Vol 5. 9p
55. Emergence magazine, www.emergencemagazine.fr
56. P. Marnotte, Rapport de mission en Mauritanie. Intensification de la riziculture irriguée, malherbologie. 21 mai au 3 juin 1993. Montpellier, France, CIRAD-CA, 1993, 20 p.
57. F. Rappilly, Importance relative des maladies des céréales dans les assolements intensifs. In la lutte contre les maladies des céréales, compte rendu de journée d'étude versailles, Tome I, 1973,3-14p.

Corresponding author: SOURA B. Hervé;

Unité de Recherche en Phytopathologie et Protection des Végétaux/ Laboratoire de Physiologie Végétale et Etude des Stress Environnementaux/ Département de Biologie Végétale/ Faculté des Sciences et Technique/ Université d'Abomey Calavi. Email : sbanemane@yahoo.fr;

Online publication date: 17.09.2018

.