

Régimes de l'eau et Maladies parasitaires du Riz en Afrique Occidentale

Par Jean CHEVAUGEON et André RAVISÉ.

L'état de maladie ne résulte pas chez les plantes de la simple mise en présence de l'hôte et d'un organisme pathogène. Il faut en plus que soient réunies des conditions convenables de milieu. Or tous les composants du milieu naturel, c'est-à-dire l'hôte, le sol et le climat, ainsi que les modes culturaux, jouent un rôle déterminant dans l'apparition et le développement de la maladie.

Les caractéristiques physiques et chimiques du milieu exercent une action profonde sur les deux autres termes de l'équation : le parasite et l'hôte. La température et l'humidité de l'air, la réaction du sol, par exemple, peuvent favoriser en permanence la vie du parasite, ou imposer un rythme à son évolution, ou l'interdire. C'est pourquoi des informations sur la biologie du parasite sont toujours recherchées lors de l'étude d'une maladie. Mais en pathologie végétale l'action du milieu sur l'hôte lui-même n'est pas moins importante à considérer qu'en pathologie animale : son état physiologique dépend en effet non seulement de son patrimoine héréditaire mais aussi du milieu dans lequel il croît; or l'état physiologique de l'hôte influe sur l'établissement de la maladie et sur son pronostic.

La réduction des dommages infligés aux plantes cultivées par les maladies parasitaires peut donc être obtenue en agissant sur l'un des trois termes, parasite, hôte, milieu, soit par la lutte directe, le plus souvent chimique, contre l'agent pathogène, soit par la substitution à la plante malade de variétés de cette même plante génétiquement plus aptes à résister à la maladie, soit encore en modifiant les conditions de milieu, y compris les méthodes culturales, dans un sens favorable à la plante-hôte ou défavorable au parasite.

Ce dernier mode d'intervention, affaiblissant ou faisant disparaître les causes prédisposantes, peut être le plus économique et le plus rapidement efficace.

Deux exemples en sont proposés ici, observés tous deux en Afrique Occidentale mais dans des zones climatiques profondément différentes : Richard Toll (Sénégal) est soumis à un climat tropical sec, tandis qu'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire) est situé dans la zone équatoriale humide du type guinéen forestier. Dans ces deux régions, les maladies parasitaires jouent un rôle d'importance très inégale sur le rendement des rizières, mais les conditions de culture, plus précisément l'excès d'eau sous le climat sec et son défaut sous le climat humide y ont la même influence prédisposante.

JOURNAL D'AGRIC. TROPICALE ET DE BOTANIQUE APPLIQUÉE, T. IV, N° 3-4, MARS-AVRIL 1957

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° M832

20 MAR 1957

A Richard Toll la non-levée de certains semis de riz constatée en 1955 pouvait être supposée due aux semences utilisées, au sol, dont les caractères biologiques, chimiques ou physiques pouvaient être défavorables, à la qualité de l'eau ou, enfin, à la conduite même de l'irrigation pendant les premières semaines de la culture.

L'hypothèse de la non-adaptation des riz aux conditions de milieu du Sénégal Nord a été aisément écartée; les mêmes accidents de germination sont constatés aussi bien avec les semences de la variété locale Sossoka que lors de l'emploi de variétés importées.

L'aptitude à germer de toutes ces semences est démontrée par le pourcentage élevé des germinations notées sur papier filtre humide : 98 % à 30°C, 97 % à 26° et 96 % à 17°.

Ces semences hébergent des bactéries, et des champignons appartenant aux genres *Helminthosporium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Sporidesmium*, *Chaetomium*, *Alternaria*, *Rhizopus* et *Phyllosticta*. Certains de ces champignons peuvent entraver la germination des semences ou tuer les plantules. De 200 grains de riz tachés, il a été obtenu 263 isolements se répartissant comme suit :

Organismes isolés	Nombre d'observations
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehr.	68
Bactérie jaune	48
<i>Helminthosporium oryzae</i> Br. de H.	46
<i>Curvularia</i> du groupe <i>maculans</i> (Bancr.) Boed.	20
<i>Alternaria oryzae</i> Hara	11
<i>Fusarium nivale</i> (Fr.) Ces.	11
<i>Phyllosticta glumarum</i> (Ell. et Tra) Miyake	10
<i>Phoma</i> sp.	9
<i>Sporidesmium bakeri</i> Syd.	9
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	6
<i>Aspergillus flavus</i> Lk.	6
<i>Penicillium</i> sp.	6
<i>Aspergillus nidulans</i> (Eid.) Wint.	5
Bactérie beige	5
<i>Chaetomium trilaterale</i>	2
Mycélium stérile	1

La non pathogénicité des bactéries a été vérifiée.

Le *Rhizopus nigricans* Ehr. est hébergé par 34 % des grains tachés. Le mycélium est localisé sous les glumelles et développe un abondant feuillage blanc 4 jours après le trempage. La plantule atteinte se développe lentement et est légèrement chlorosée. Elle n'est pas tuée mais sa croissance est retardée et elle est rendue plus vulnérable aux maladies parasitaires.

L'*Helminthosporium oryzae* Br. et H. siège entre les glumes et le caryopse et provoque la formation de taches bistre à marron foncé; il peut également fructifier sur les glumelles et les recouvrir d'un feuillage noir formé par les conidiophores et les conidies. Les nombreux cas d'helminthosporiose notés dans les jeunes rizières ont pour origine des semences infectées.

Les *Curvularia*, et notamment le *C. maculans* (Bancr.) Boed. se développent sur les glumes, au semis, et troublent la germination. La mortalité est de l'ordre de 3 pour 1.000.

Le *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. est très souvent présent dans les

semences d'aspect sain. Au semis, son mycélium apparaît sur les glumelles puis à la base de la plantule qui jaunit et peut mourir.

Le *Phyllosticta glumarum* (Ell. et Tra.) Miyake envahit surtout les enveloppes des semences mal remplies.

Mais les grains atteints par ces champignons sont peu nombreux; de 5 à 7 % seulement, selon les lots, sont visiblement tachés et le pourcentage des plantules viables, dans les conditions expérimentales les plus favorables au parasitisme, n'a jamais été inférieur à 95 %. Les semences ne portent donc pas en elles la cause des non-levées importantes constatées en rizière.

Le sol considéré comme un milieu vivant n'est pas non plus responsable des non-levées. On pouvait supposer qu'il hébergerait des parasites agissant soit pendant le gonflement du grain à la première mise en eau soit pendant les phases ultérieures de la germination.

L'analyse de la microflore des sols de la rizière de Richard Toll a donc été entreprise sur un échantillon témoin prélevé dans une parcelle où la levée fut normale et sur deux échantillons prélevés dans des parcelle où les non-levées étaient très marquées, l'un sur un point haut de la rizière, l'autre sur un point bas, cette dernière localisation des germinations insuffisantes étant la plus fréquente.

Organismes isolés	Fréquence (% des isoléments)		
	Témoin	Non levées	
	bonne levée	point haut	point bas
<i>Penicillium</i> série <i>monoverticillata</i>	13	11	6
<i>Cylindrocarpon candidum</i> (Lk) Wr.	4	0	6
<i>Aspergillus nidulans</i> (Eidam) Wint.	2	0	8
<i>Thielavia</i> sp. n° 1	2	2	0
<i>Thielavia</i> sp. n° 2	8	7	8
<i>Thielavia</i> sp. n° 3	12	0	0
<i>Phoma</i> sp.	0	2	0
<i>Curvularia</i> groupe <i>maculans</i> (Bancr.) Boed.	2	0	0
Bactéries aérobies	51	78	48
Bactéries anaérobies	6	0	24

La pauvreté générale de la microflore des sols de rizière à Richard Toll est à noter, ainsi que la particulière abondance des bactéries anaérobies dans le prélèvement effectué au point bas : la submersion y provoque l'entrée rapide en phase anaérobie.

Aucun des organismes isolés de ces échantillons de sol n'est pathogène et un essai comparatif de germination, dans de la terre stérilisée (à l'autoclave) ou non, écarte définitivement l'hypothèse de la présence dans la rhizosphère de parasites envahissant les graines après le semis.

Observations	Point haut		Point bas	
	terre stérilisée	terre non stérilisée	terre stérilisée	terre non stérilisée
% germination				
à 4 jours	93	76	96	92
à 8 jours	95	89	99	94
taille moyenne en cm.	9	9	10	13
plants malades	0	0	0	0

Ces résultats montrent qu'il n'existe dans le sol des rizières aucun parasite capable de diminuer appréciablement la levée et qu'en reproduisant au laboratoire les conditions normales de germination en rizière

on ne reproduit pas les non-levées quasi-totales constatées aux lieux des prélèvements. L'absence de plants malades ou étiolés ou à croissance nettement ralentie dans les terres non stérilisées, est également significative.

Cette même expérience montre en plus que la structure et la composition chimique de ces sols ne font pas obstacle à la levée.

L'eau d'irrigation peut-elle être responsable des accidents culturaux? Tous les prélèvements indiquent un pH voisin de $\text{pH} = 6,5$ très convenable pour la culture du riz. Cette eau, prélevée dans le Sénégal, est utilisée dans les villages situés en amont pour arroser les cultures de décrue où on ne remarque pas de troubles dans la végétation. Utilisée au laboratoire, elle ne modifie pas le taux des germinations. Elle n'est donc pas toxique.

Les défauts de germination étant toujours observés sur les parties à sec ou dans les zones les plus basses des rizières, l'influence de la hauteur du plan d'eau a été à son tour observée sur le terrain et étudiée au laboratoire.

Temps écoulé depuis le semis (en jours)	Hauteur d'eau en cm			
	Hauteur moyenne bonne levée	Hauteur moyenne mauvaise levée	hauteur minima	hauteur maxima
40	21,4	29,9	16	35
35	6,2	17,0	4	20
34	15,6	29,0	15	35
30	7,8	24,1	5	35
30	6,7	20,8	0	25
29	3,4	18,8	0	22
14	3,0	12,0	0	25
12	0	0	0	0

(Sol humide) (sol sec)

La levée est nulle sur le sol sec des points les plus hauts, mais si le sol est humide, toutes les observations concordent : à un stade donné, le pourcentage des levées et l'état végétatif sont d'autant plus satisfaisants que la hauteur d'eau est plus faible. L'importance des écarts de niveau du plan d'eau entre les points hauts et bas d'une même parcelle rend difficile, ou impossible, la mise à sec des points bas nécessaire pour aérer le sol, si l'on ne veut pas dessécher et croûter le sol des parties hautes de la rizière.

Or, au moment de la montaison, les plants immergés sous une hauteur d'eau trop importante n'atteignent pas la surface : dans une parcelle semée depuis 16 jours, il y a, par mètre carré, sous une hauteur d'eau de 25 cm., 36 plants émergés et 88 sous l'eau.

En outre, la stagnation de l'eau dans les zones basses où l'irrigation est mal contrôlée s'accompagne d'une sédimentation très abondante de limon sur les grains et sur les plantules, ce qui ralentit encore les échanges gazeux; des fermentations s'établissent. Des plants chétifs peuvent lever mais une grande partie de l'amidon de leur caryopse n'est pas mobilisée. La racine noircit bientôt à partir de son point d'émergence hors du grain et le noircissement s'étend en direction de la pointe. Cette partie profondément nécrosée se décompose rapidement et seuls subsistent quelques lambeaux lacérés noirâtres. Les racines de seconde formation meurent, généralement avant de se ramifier. La jeune tige noircit également. Si des plantules survivent leurs racines sont noduleuses, peu ramifiées, à chevelu rare; ces racines sont enrobées dans une gaine glaireuse noirâtre où pullulent des bactéries.

L'influence de la hauteur du plan d'eau sur la régularité de la levée apparaît avec plus de précision dans une parcelle dont le sol descend en pente douce et régulière, de la cote 0 à la cote -25 cm. Vingt mesures sur des surfaces de 0,25 m² ont été effectuées seize jours après les semis.

Sur le sol mouillé seulement par imbibition, la densité des plantules est maxima, les plants sont vigoureux et leur enracinement est profond; les réserves du grain sont complètement utilisées.

La densité des levées décroît très rapidement lorsque le plan d'eau s'élève, avec des chutes importantes autour de 3 cm. et entre 6 et 12 cm. d'eau.

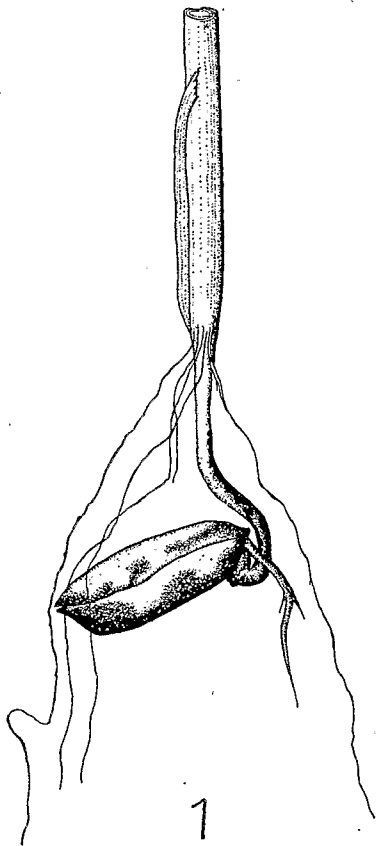


Fig. 1. — Plantule issue d'un grain semé en eau trop profonde.

La première de ces anomalies est également observée au laboratoire lors de la mise en germination de semences sous des hauteurs d'eau croissantes dans les conditions de la non-levée : terre prélevée dans la rizière, variations de la température et de l'éclaircissement semblables à celles de la rizière, eau des récipients de culture non renouvelée mais maintenu à un niveau constant, sans mise à sec.

La submersion est d'autant plus néfaste que l'eau est plus chaude, comme KONDO et OKAMUSA l'ont montré au Japon. Or, sous une lame mince de 2 à 5 cm. d'eau stagnante, la température de l'eau suit les variations de la température ambiante et atteint environ 35°C au milieu du jour au début de juillet. L'évaporation est intense et il se dépose plus de limon qui entrave plus énergiquement les échanges gazeux des grains qu'une lame d'eau plus épaisse; des fermentations s'établissent dès le troisième jour et, à la fin de la première semaine, les grains, qui ne germent pas, sont entourés d'une gangue noirâtre et nauséabonde.

Lorsque la couche d'eau atteint 5 à 6 cm. de hauteur, l'élévation de la température et le dépôt de limon deviennent moindres mais la levée du riz est alors freinée par la colonisation de la rizière par des plantes adventices et 13 % des plantules meurent lorsqu'elles atteignent 5 mm. de haut. A partir de 12 cm. d'eau le manque d'oxygène gêne moins la croissance du riz que celle des adventices qui dépérissent mais le nombre des plantules viables ne dépasse pas le tiers des grains semés. Au-delà, la semence flotte et n'est ancrée dans la boue que par quelques radicules grêles; la majorité des racines est flottante, ce qui peut favoriser la verse à maturité; les feuilles des plantules sont minces et souvent elles jaunissent avant d'émerger; les réserves de la semence ne sont que très partiellement mobilisées, même après 16 jours.

Cette utilisation incomplète des hydrates de Carbone est liée à l'asphyxie des plantules dans un milieu qui passe trop précocement de la phase aérobie à la phase anaérobie. L'une de ses conséquences les plus évidentes est une plus grande vulnérabilité des jeunes plants aux attaques des cryptogames parasites hébergées par les semences: l'asphyxie aidant, l'*Helminthosporium oryzae* Br. de H. a une plus grande incidence sur les levées en eau trop profonde et non renouvelée. De même, le développement du *Linocarpon oryzinum* (Sacc.) Petr., tel qu'il est observé à Richard Toll, est une conséquence directe du réglage imparfait du plan d'eau.

Les mêmes effets défavorables au riz et favorables à ses parasites peuvent être observés dans le cas d'une irrigation insuffisante.

La rizière expérimentale annexée au laboratoire de phytopathologie d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire) comporte une partie haute et une partie basse et n'est irriguée que par des eaux de ruissellement recueillis en base de pente, disposition fréquente dans la région des forêts denses ombrophiles. Le repiquage du riz de premier cycle eut lieu le 12 mars 1955. La partie haute de la rizière demeura à peu près constamment à sec jusqu'au début d'avril. En mai, le déficit hydraulique fut à nouveau important; le régime de l'eau ne devint convenable dans l'ensemble de la rizière qu'au cours des mois de juin et de juillet.

La variété repiquée dans les deux parties de la rizière, originaire du pays Lobi (Haute Volta), possède une grande faculté d'adaptation aux irrégularités du régime de l'eau. Son indifférence relative aux conditions d'irrigation les plus défavorables peut être chiffrée par la méthode de ROGER.

	parcelle basse	parcelle haute
degré de tallage	550	420
degré de paniculation	480	360
degré de paniculation par rapport au tallage	87	85

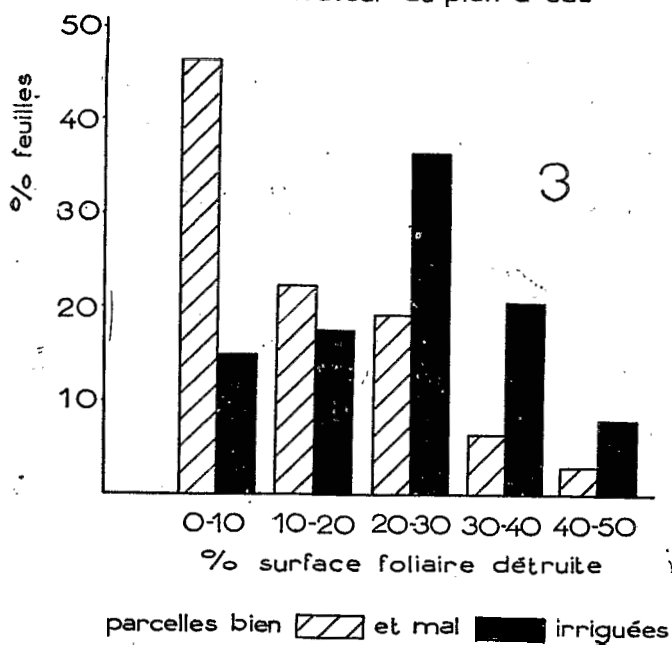
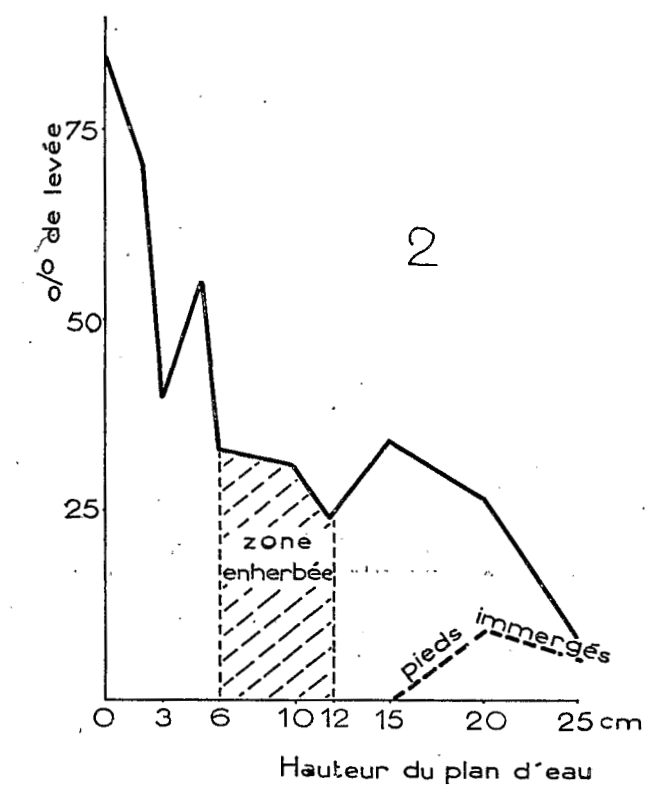


Fig. 2. — Influence de la hauteur du plan d'eau sur la levée.

Fig. 3. — Influence de l'irrigation sur le développement de l'helminthosporiose foliaire.

Les coefficients de tallage et de paniculation de la parcelle haute par rapport à la parcelle basse sont donc respectivement de 76 et de 75.

Deux mois après le repiquage, lors de l'établissement de la saison des pluies, une violente attaque d'*Helminthosporium oryzae* Br. de H. s'est manifestée sur les feuilles avant la sortie des panicules et a poursuivi ses méfaits jusqu'à la récolte. Les différences dans l'alimentation en eau se sont traduites par des comportements très différents des deux parcelles haute et basse à l'égard de l'helminthosporiose.

Dans la parcelle basse, près de 50 % des feuilles sont saines ou ont perdu moins de 10 % de leur surface assimilatrice sous l'effet du parasitisme. Dans la parcelle mal irriguée l'helminthosporiose foliaire s'est développée beaucoup plus intensément et plus de la moitié des feuilles a perdu un tiers ou plus de sa surface; en fin de cycle végétatif, les feuilles inférieures sont complètement envahies. Seule la dernière feuille est encore verte; la densité des macules y est proportionnelle à l'importance des dommages sur les autres feuilles; sa surface nécrosée est donc représentative de l'intensité de l'infection foliaire.

L'helminthosporiosé des grains varie comme l'helminthosporiose des feuilles et est d'autant plus importante que le riz a été plus mal irrigué.

Surface foliaire détruite %	% grains infectés	
	Parcelle basse	Parcelle haute
0-10	15	20
10-20	20	23
20-30	23	35
30-50	24	50

De même, lorsque les pertes foliaires varient de 10 à 50 % le nombre des grains vides s'accroît de 9 % dans la parcelle basse tandis qu'à la même variation de l'infection foliaire correspond une augmentation de 17 % du nombre des grains vides dans la parcelle haute. La diminution du poids de paddy récolté dans la parcelle mal irriguée par rapport à la parcelle mieux irriguée est de 84 % soit, pour un hectare, 1.390 kgs.

Ainsi, l'infection du riz par l'*Helminthosporium oryzae* Br. de H. provoque des dommages d'autant plus grands que les conditions d'irrigation sont plus défectueuses: le faible développement des limbes rend l'accumulation des réserves dans le grain plus sensible à la réduction de la surface assimilatrice par le parasite.

Un mauvais réglage de la mise en eau, un excès ou un défaut de hauteur du plan d'eau ont le même effet favorable sur le développement de l'helminthosporiose et se traduisent par le même effet défavorable sur la production.

Un meilleur planage, une plus grande maîtrise de l'eau améliorent l'état physiologique de la rizière et réduisent l'incidence des maladies parasitaires même si ces maladies sont capables d'une grande extension.

Dans les deux cas exposés ici, la modification du milieu par l'amélioration des conditions culturales entraîne un surcroît de production supérieur à celui qu'apporterait la lutte directe contre les parasites.

Laboratoire de Phytopathologie
Institut d'Enseignement et de Recherches Tropicales
Adiopodoumé (Côte d'Ivoire)

BIBLIOGRAPHIE

- ADAIR (C. R.). — Inheritance in Rice of reaction to *Helminthosporium oryzae* and *Cercospora oryzae*. *Techn. Bull. U.S. Dept. Agric.* 772, 18 p., 1941.
- MALLAMAIRE (A.). — Maladies, plantes parasites et plantes infestantes des riz cultivés en Afrique Occidentale. *Agric. Trop.*, IV, 1-2, pp. 77-80, 1949.
- MOTTE (J.). — Mycopathologie d'*Oryza sativa* L., II, l'helminthosporiose. *Rev. Myc., Suppl. col.*, XII, pp. 4-25, 1947.
- PADWICK (W.). — Manual of rice diseases. Kew, Surrey, 1950.
- ROGER (L.). — Estimation des dommages indirects causés à la récolte. In *Phytopathologie des pays chauds*, t. I, pp. 346-349, Paris, 1951.
- MALLAMAIRE (A.). — Notes sur une maladie cryptogamique des riz cultivés dans le Macina (Soudan) : la brûlure des feuilles ou helminthosporiose. *C. R. 1^{re} Conf. Int. Africanistes de l'Ouest*, I, pp. 527-528, 1950.
-