

1981/124

82/Doc
—

Institut National Polytechnique de Toulouse
Ecole Nationale Supérieure Agronomique

CN0100751

4280

FLBA

D.E.A

**CONTRIBUTION IN VITRO A LA MISE AU POINT
D'UNE METHODE DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE
PYRICULARIA ORYZAE CAV: ACTION DE GERMES
ANTAGONISTES SUR LA GERMINATION DES CONIDIES
DU PARASITE.**

par **DEMBA FARBA MBAYE**

oct obre 1981

Introduction	1
CHAPITRE I : INHIBITION DE LA GERMINATION DES CONIDIES DU PARASITE PAR LES ANTAGONISTES SELECTIONNES	
1.1. But et principe	6
1.2. Matériel biologique	6
1.2.1. Milieu de culture des bactéries et des actinomycètes	8
1.2.2, Milieu de culture des champignonsm.	8
1.3. Conditions d'expérimentation	8
1.4. Méthode de confrontation du parasite et des germes antagonistes	9
1.5. Résultats; et expressions ; discussion	9
1.5.1. Préliminaire	9
1.5.2. Résultats	10
1.5.3. Expression numérique	10
1.5.4. Expression graphique	10
1.5.5. Analyse de variance	10
1.5.G. Discussion	10
CHAPITRE II : ACTION CONJUGUEE DES GERMES ANTAGONISTES SUR LES CONIDIES EMGERMINATION DE PYRICULARIA ORYZAE CAV.	
2.1. But et principe	21
2.2. Matériel biologique et conditions d'expérimentation	21
2.3, Résultats	21
2.4. Expression numérique des résultats ; Discussion.	21
2.4.1. Phénomène de synergie	21
2.4.2, Phénomène d'incompatibilité	21
2.4.3. Compatibilité entre composantes biologiques	26
2.4.4. Incompatibilité partielle	26
CHAPITRE III : INHIBITION DE LA GERMINATION DES CONIDIES DU PARASITE PAR LE MYCELIUM DES ANTAGONISTES BACTERIENNES	

3.2. Matériel biologique	*.....**....*	27
3.3. Conditions d' expérimentation		27
3.4. Méthode de confrontation du parasite avec le mycélium des germes antagonistes		27
3.4.1. Préparation et utilisation de la suspension mycélienne de l'antagoniste		27
3.4.2. Méthode de confrontation		27
3.5. Résultats		27
3.6. Expression numérique des résultats		27
3.7. Expression graphique des résultats		27
3.8. Discussion		27
3.9. Synthèse		31

**CHAPITRE IV : COMPORTEMENT DU MATERIEL BIOLOGIQUE
VIS-A-VIS DE QUELQUES MOUILLANTS USUELS**

4.1. But et principe		35
4.2. Matériel		35
4.3. Conditions d'expérimentation et méthode de confrontation		35
4.4. Résultats : Discussion		35

CONCLUSION GENERALE		40
----------------------------------	--	----

BIBLIOGRAPHIE		42
--------------------------------	--	----

Je remercie Monsieur le Professeur **Albertini** de m'avoir accueilli dans son laboratoire et d'avoir **dirigé** le jury de mon **mémoire**. **Mr SY, Docteur-Ingénieur**, a suivi, **dirigé** grâce à ses conseils **très** utiles, et **corrigé** mon **mémoire**, qu'il trouve dans ces **quelques lignes** l'expression de mes remerciements les **plus** vifs et de ma reconnaissance **très** sincère.

Je remercie **également** les membres du jury d'avoir accepté de participer à la soutenance de ce **mémoire**.

Mes remerciements vont **également** à **Mr GERMOUCHE, qui**, avec bienveillance, a accepté de mettre au **point** ce travail.

Durant mon **séjour** au laboratoire de **Pathologie Végétale** de **l'E.N.S.A.T.**, mes collègues ont toujours su **créer** une **atmosphère** de collaboration franche et de compréhension **réiproque**, qu'ils en soient **remerciés**.

À tous ceux **qui**, de près ou de loin, ont **participé** à l'accomplissement de ce travail.

A mon peuple,

A tous les damnés de la terre.

INTRODUCTION

Le riz n'est pas une céréale exclusivement tropicale. Sa culture est pratiquée depuis longtemps dans les régions tempérées. Mais c'est dans les pays chauds qu'elle est beaucoup plus développée. Elle y joue un rôle essentiel dans l'alimentation de très nombreuses populations, notamment en Asie.

Dans les pays européens, les rendements du riz sont très élevés : en Espagne, on obtient 61,6 q/ha, en Italie 53 q/ha, 47,2 q/ha en Portugal, 50 q/ha aux U.S.A. En U.R.S.S. les rendements du riz sont de l'ordre de 40 q/ha. Mais cependant, en 1979, on obtient dans la région de Krasnodar des rendements records de 102 q/ha.

Dans les pays en voie de développement, les rendements du riz sont très faibles ; ils y sont de l'ordre de 16 à 20 q/ha.

Au Sénégal, l'aspect économique du riz est très important. Le Sénégal consomme 250.000 t annuellement et ne produit seulement 110 à 130.000 t. C'est pourquoi, dans ce pays chaque année, on importe 170.000 t (soit l'équivalent de 5 à 6 milliards de francs C.F.A.). Les données statistiques indiquent que les nécessités du Sénégal en riz en 1980 sont de 350.000 t. C'est pourquoi, le Sénégal est obligé d'augmenter sa production en riz pour diminuer au maximum l'import du riz. Pour cela, il faut :

- Une politique agraire juste dans l'intérêt des masses paysannes :

- emploi et l'utilisation rationnelle des engrais minéraux et organiques ;

- mise au point de méthodes de lutte contre les maladies du riz, en premier lieu, contre la pyriculariose,

L'expérience de la culture du riz montre qu'on obtient de rendements élevés lorsqu'on parvient à conserver une quantité optimale de plantes saines et normalement développées à l'hectare. Indiscutablement, le faible pouvoir germinatif du riz est dû à plusieurs causes, dont le semis de graines infestées.

La pyriculariose est l'une des principales maladies du riz dans le monde. Les pertes imputables à cette maladie constituent 10 à 25 %, et dans certaines régions parfois jusqu'à 70 %, en Inde (Padmanabhan et al., 1962).

Au Japon, on observe 25 % de perte en paddy. Aux U.S.A., les pertes dues à la pyriculariose pendant ces dernières années sont de l'ordre de 30 - 40 % (Pelhate I., 1968).

En U.R.S.S., la pyriculariose constitue une réelle menace dans toutes les zones de riziculture. L'intensité du développement de la maladie, même dans certaines régions relativement sèches comme Crimsk et Astrakhagne et dans certaines républiques de la Moyenne-Asie, peut atteindre 8 - 12 % (Petrov, 1965).

Sur le plan africain, la pyriculariose constitue un fléau assez dangereux : au Togo, la pyriculariose reste la maladie du riz la plus importante (S. Koffi Akator, 1981). Au Bénin, la pyriculariose inexistante au départ, constitue actuellement la contrainte majeure de la culture du riz (S.R. Vodoue et col., 1981). Au Sénégal, l'existence de la pyriculariose fut mentionnée pour la première fois par Chevaugéon et Delassus en Casamance. Mais ils indiquèrent une faible incidence de cette maladie. Ces prédictions ont été confirmées par Bouhot et Mallamaire (1965). Mais depuis ces dernières années, on remarque d'importants dégâts causés par cette maladie. Nos observations dans les rizières de Djibélor (1979) et celles de Georges Haddad et Séguy dans les rizières fluviales de la Casamance le confirment.

L'agent de la pyriculariose dans toutes ses formes de manifestation est le champignon *Pyricularia oryzae*, de l'ordre des Hyphales, de la classe des Champignons Imparfaites (*Fungi imperfecti*). Son mycélium se développe et parasite l'intérieur des tissus de la plante-hôte. La tâche de couleur grissale sur les organes infestés est formée de conidiophores, de conidies et de mycélium. Les conidiophores sortent du stroma du côté inférieur de la feuille, isolés ou en faisceaux. Les conidies piriformes à la base, amincies au sommet, pourvues de 1 à 3 cloisons (en majorité 2) hyalines à olive pâle, mesurent 14 - 40 x 13 u (Nishikado). D'après Choumakova et Petrova, les conidies se développent entre 17 et 38° C et elles meurent à la température 51-52°C. La longévité du champignon dépend de plusieurs facteurs du milieu, en particulier, de l'humidité de l'air, du pH du milieu et la température. Au cours des essais réalisés par SY (1976), le pH 5,95 a été celui qui a révélé la plus grande homogénéité, tant du point de vue de régularité dans l'épaisseur du mycélium que répartition de la teinte brune.

L'infection du riz par *Pyricularia oryzae* se manifeste sur les feuilles, les noeuds et les panicules.

Pour lutter contre cette maladie, qui est un fléau mondial, on préconise plusieurs méthodes :

- amélioration génétique
- chimiothérapie
- thermo-thérapie
- techniques culturales

La recherche de **résistance** horizontale et verticale des **variétés** de riz à la pyriculariose a toujours été la **préoccupation** de tous les **sélectionneurs** - rizicoles et des **phytopathologistes** de tous les pays.

L'utilisation et l'emploi des engrais surtout **azotés**, la date de semis, le type de rotation, **les** facteurs cosmiques de l'environnement sont autant de facteurs qui peuvent, soit **favoriser**, soit limiter le **développement** de la pyriculariose.

Dans plusieurs pays rizicoles et dans le but **d'éliminer** l'infection primaire, on **désinfecte** les semences par des fongicides du type **rodane, grano~~mane~~, mercurane**, formoline, T.Y.T.D. sulfate de cuivre etc... Pour stopper le **développement** de la pyriculariose/^{on pulvérise} la **masse foliaire** par des fongicides organomercuriels et organocuvriques.

On peut également procéder à une désinfection des semences par **thermothérapie** (**54° C** pendant 15 mn),

A long terme, la protection du riz contre la pyriculariose notamment devra nécessairement conjuguer différentes méthodes de lutte judicieusement choisies et **associées** compte tenu, par **eilleurs** des **impératifs** économiques, sociaux et **écologiques**.

Malgré la **multiplicité** des **méthodes** de lutte, à ce jour cependant, aucune solution **définitive** n'a été donnée au **problème** de la pyriculariose, à cause de la **très** forte **variabilité** de l'agent pathogène (Parthasarathy et Ou, 1968.)

Ainsi, la mise **au point** de nouvelles **méthodes** de lutte ne présentant - autant que faire se **peut**- aucun risque pour toutes Les composantes de la biosphère garde en voie de nos jours une importance toute actuelle. C'est dans cet esprit que le 29 décembre 1972, le **Comité** central du PCUS et du Soviet des **Ministres** de l'U.R.S.S. adopta un **decret** soulignant l'**importance** primordiale "du renforcement de la **défense** de la nature et l'**amélioration** de l'**utilisation** des ressources naturelles" et celle des recherches entreprises **en** matière de lutte biologique.

En U.R.S.S., les recherches sur les méthodes de lutte biologique contre les maladie se **mènent** sur trois fronts :

- utilisation des antagonistes ;
- utilisation des antibiotiques ;
- utilisation des hyperparasites.

En France, à Versailles, le **30** mars 1971 a eu lieu le **premier** colloque de la **société** française de phytopathologie, qui a eu pour **thème** : "les moyens biologiques de lutte contre les maladies des plantes".
"Hypovirulence et lutte **biologique** dans le cas de l'**Endothia parasitica** (Creute) "Viruses et maladies des plantes"

virulence chez *Ophiobolus graminis* (Lemaire, Jouan), "l'antagonisme microbien en pathologie végétale" (Louvet), "les virus des champignons (Spire) etc... sont autant de thèmes qui montrent que des efforts sont déployés pour un meilleur essor de la lutte biologique.

Dans les pays en voie de développement, l'utilisation de cette méthode de lutte est pratiquement inexistante.

Très peu de choses ont été utilisées dans la lutte biologique contre la pyriculariose. Certains ont tenté d'utiliser des souches hypovirulentes pour prémunir la plante - hôte contre les souches virulentes (Yoshii, 1950, Kiyosawa, Fujimaki, 1967).

En appliquant plusieurs techniques de confrontation, SY, Albertini et Hamaut (1977) avaient démontré que la croissance mycélienne de *Pyricularia oryzae* est inhibée à différents degrés par les champignons suivants :

- Trichoderma viride qui, à pH bas (3,5 - 4,1) se révèle l'antagoniste le plus actif par son action de contact.

- Nyrothécium verrucaria, à pH élevé (5,6 - 6,2) se distingue par ses actions différées et à distance.

Les auteurs ont noté, en outre, que des associations antagonistes inhibent fortement, par synergie, la croissance mycélienne du pathogène (70 % à 100 %).

Par ailleurs, poursuivant toujours cette optique de recherche de mise au point d'une méthode de lutte biologique contre *Pyricularia oryzae*, ils ont abordé l'étude de l'action "in vitro" de trois germes sur la germination conidienne du parasite, selon deux méthodes de confrontation :

1) action des filtrats bruts et autoclavés sur la germination conidienne du *Pyricularia oryzae*

2) action des spores antagonistes en suspension dans le liquide de culture sur la germination des conidies de *Pyricularia oryzae*

Dans leurs investigations de mise au point d'une méthode de lutte biologique, SY et col. (1977) avaient défini la démarche méthodologique suivante :

1) recherche et détermination des germes qui inhibent "in vitro" la croissance mycélienne et/ou la germination du pathogène ;

2) étude du comportement des germes antagonistes sur toutes les composantes de la biosphère ;

3) étude du (ou des) mécanismes du (ou des) phénomènes d'antagonisme ;

4) application de l'antagonisme "in vivo" sur l'hôte contaminé par le pathogène ;

5) étude des **problèmes** techniques et **économiques** posés par la mise en application agronomique de la **méthode**.

Dans notre étude, nous nous **proposons** d'apporter une modeste contribution à cette **démarche méthodologique**, **fondée** sur l'antagonisme fongique et bactérien. Les axes autour desquels s'articulent notre **étude** sont les suivants :

- 1) Inhibition de la germination des conidies du parasite par les **antagonistes**
- 2) Action **conjugée** des germes **antagonistes** sur les conidies en germination de *P.oryzae*
- 3) Inhibition **de** la germination conidienne du parasite par le mycélium des **antagonistes** fongiques
- 4) Comportement des conidies en germination des germes **cryptogamiques sélectionnés** vis-a-vis de quelques **mouillants** usuels.

CHAPITRE PREMIER : INHIBITION DE LA GERMINATION DES CONIDIES DU PARASITE

PAR LES ANTAGONISTES SELECTIONNES

MORNG (1979) a observe que l'action antagoniste de *Myrothécium* sp. sur la germination conidienne du *Botrytis cinerea* était beaucoup plus active si la suspension conidienne de ce dernier avait été préincubée pendant 20 h. Il a aussi mis en évidence que les molécules actives sur *Botrytis cinerea* contenues dans le filtrat de culture du *Myrothécium* sp. sont thermostables.

Au Nigéria, on a observé l'invasion des hyphes de *Pythium aphanidermatum* par celles du *Trichoderma harzianum* dans des mélanges de culture des deux champignons. On a trouvé aussi que quelques isolats de *Trichodermas* produisent des composés volatiles (acétaldéhyde chez *T. viride*) et non volatiles (la trichodermine et autres antibiotiques de nature peptidique) inhibiteurs de croissance d'autres champignons.

Les Actinomycètes antagonistes produisent facilement des substances antibiotiques de différentes natures. En 1965, huit substances ont été déjà définitivement isolées : l'actinomycétine, l'actinomycine, la micromonosporine, la litmocidine et la mycétine. Ces antibiotiques sont très souvent toxiques pour les bactéries, d'autres actinomycètes, des champignons et parfois pour les animaux. Leur production varie en fonction des espaces utilisées.

Chez les bactéries, on a trouvé, dans de nombreux groupes des souches ayant de fortes propriétés antagonistes aussi bien envers les bactéries qu'envers les champignons. On trouve que les bactéries antagonistes modifient la physiologie des organismes affectés ; certains processus de décomposition sont soit accélérés soit retardés (Nenski 1892). Les bactéries peuvent produire des enzymes qui dégradent des parois végétales ; mais leur mécanisme de dégradation est encore mal expliqué.

1.1 - But et principe

Dans cette première partie de notre travail, nous voulons faire un "screening" pour évaluer l'efficacité des germes antagonistes sur la germination des conidies du parasite,,

Le principe consiste à confronter sur une lame 3 concavité chaque germe antagoniste avec les conidies du parasite.

1.2. - Matériel biologique

La souche de *Pyricularia oryzae* utilisée dans nos expériences (Se₃) a été isolée au Sénégal, en Casamance, à partir de lésions foliaires de la variété SEFA 302 G.

Les douzes souches antagonistes que nous avons utilisées ont pour la plupart déjà été initialement...

GERMES MICROBIENS	ORIGINE	FOURNISSEUR
1. Trichoderma pseudokoningii	:Baarn	: CBÇ
2. Trichoderma harzianum	:Baarn	: CBS
3. Trichoderma viride/orsan	:Nesle	: ORSAN
4. Trichoderma koningii	:Baarn	: CRS
5. Fusarium sp.	:Variété IKP	: SY
6. Myrothécium verrucaria	:Baarn	: CBS
7. PTZ (Bactérie)	:ENSAT	: Petitprez
8. A ₂ S (Bactérie)	:ENSAT	: SY
9. X ₂ (Actinomycète)	:Terre/Paala Sud	: SY
10. X ₆ (Actinomycète)	:Terre/Paala Sud	: SY
11. GX ₂ (Champignon)	:Variété IKP	: SY
12. GX ₆ (Champignon)	:Variété IKP	: SY
13. Pyricularia oryzae (Se3)	:Variété SEFA 302	: SY

Tableau 1 : Liste des germes microbiens utilisés dans nos expériences.

pathogènes. Leurs origines et leurs fournisseurs sont indiqués dans le tableau 1.

Les exigences nutritives et les conditions de **développement** (en particulier, pH et t°) des champignons, des actinomycètes et des **bactéries** sont **différentes.**

Les **bactéries** et les **actinomycètes** se développent bien en milieu neutre ou basique et à des températures **généralement élevées** (optimum variant approximativement de 25 à 30°C).

Les **champignons**, bien qu'ils croissent dans un Large éventail de pH, **présentent** habituellement un optimum de croissance dans une zone de pH **modérément** acide et à des **températures** comprises entre 22 et 28°C.

1.2.1. - Milieu de culture des bactéries et des actinomycètes

Les souches de bactéries et des **actinomycètes** ont été **repi-**
quées sur un milieu nutritif liquide dont la composition est la suivante :

- Extrait de viande 3 g
- peptone ..*.....a.....* 2 g
- NaCl 5 g
- Eau distillée q;s;p; 1300 ml

Le pH est ajusté à 7 avec NaOH (N). Le milieu est **réparti** dans des tubes à raison de 10 ml par tube et **autoclavé** à 120°C pendant 20 minutes. Après ensemencement, les cultures sont **mises** à incuber à 28°C, à l'**obscurité.**

1.2.2.- Milieu de culture des champignons

C'est le milieu P.C.A. (Pomme de terre - carotte - Agar), permettant une croissance satisfaisante pour tous les champignons qui a été utilisé :

- Pulpe **rapée** de carotte 20 g
- Pulpe **rapée** de pomme de terre 20 g
- **Gelose** 20 g
- Eau **distillée** q.s.p. ~~q.s.p.~~ 1000 ml

1.3. Conditions d'expérimentation

Dans ses **expériences**, SY avait fait **état** de ce qu'il avait convenu d'appeler "effet masse" : au-delà d'une **certaine** valeur de la concentration conidiennne, on remarque un **phénomène d'auto-inhibition**, c'est-à-dire la **décroissance** progressive jusqu'à annulation totale du pourcentage de germination des conidies. C'est pourquoi dans cet esprit que nous avons fixe comme concentration globale des germes microbiens sur chaque lame à **concacité** à 18×10^4 conidies/ml ; en effet, l'auteur a **établi** qu'à cette concentration, le **phénomène** d'auto-inhibition n'était pas impliqué dans la **réduction** éventuelle du taux de germination

Par ailleurs, nous avons **utilisé différentes** concentrations **c'est-à-dire** différents rapports de concentrations des germes antagonistes et du parasite :

C₁ : 9 x 10⁴ conidies/ml du parasite + 9 x 10⁴ conidies/ml de l'antagoniste

C₂ : 6 x 10⁴ conidies/ml du parasite + 12 x 10⁴ conidies/ml de l'antagoniste.

Les conditions **expérimentales** étant les suivantes :

- Germination dans de l'eau **distillée**
- Température : **25°C**
- **Obscurité.**

1.4 Méthode de confrontation du parasite et des germes antagonistes

L'inoculum est issu de cultures **âgées** de 10 j. **Après** broyage et filtration nous ajustons le titre à la concentration voulue par le comptage à **l'hématimètre de Mallasez.**

Les lames à concavité reçoivent à volume égal (**0,1 ml**) des suspensions conidiennes du *Byricularia oryzae* et de l'antagoniste implique⁴ ; pour éviter le **dessèchement** au cours de l'inoculation, on place ces lames sur des **bâtonnets** en verre dans des boîtes de **Pétri** dont le fond est **tapissé** par du papier filtre **imbibé** d'eau **distillée** stérile. Ces **boîtes** sont mises à incuber pendant 15 h à **25°C** à l'**obscurité.**

1.5. Résultats et expressions ; discussion

1.5.1. Préliminaire

L'aptitude des germes antagonistes à **contrôler** "in vitro" la germination des conidies du parasite est **appréciée** par leur **faculté** à inhiber soit la germination proprement **dite (IG)** des conidies du parasite, soit le **développement** du tube germinatif **émis (Ic)** ; les relations permettant **l'évaluation** de ces paramètres pourraient s'exprimer comme il suit :

$$I_G = \frac{G_T - G}{G_T} \times 100$$

Où

G_T = germination sur témoin (%)

G = germination sur essai (%)

I_G = Inhibition de la germination

$$I_C = \frac{L_T - L}{L_T} \times 100$$

avec

L_T = Longueur moyenne (μ) des tubes germinatifs sur témoin

L = Longueur moyenne (μ) des tubes germinatifs sur l'essai

I_C = Inhibition (%) du développement des tubes germinatifs du parasite par les traitements correspondants.

Par ailleurs et pour plus de rigueur scientifique dans nos analyses et dans le but de minimiser tout effet empirique voire subjectif, nous avons procédé à une analyse statistique des résultats.

La méthode de Newman et Keuls utilisée est basée sur la comparaison des amplitudes observées pour des groupes de 2, 3, ... p moyennes, avec l'amplitude maximum attendue à un niveau de signification α donné. Pour effectuer cette comparaison, on doit calculer la "plus petite amplitude significative" donnée relative à des groupes de 2, 3, ... p moyennes (p.p.a.s.)

$$\Delta_{NK} = \delta \sqrt{P} \times S_R \times \sqrt{\frac{1}{n}}$$

où

δ - d.d.l de la variance résiduelle S_R^2

P - nombre de moyennes

α - seuil de signification

n - nbre d'observation intervenant dans le calcul des moyennes

Q - quantité tabulée

Δ_{NK} - p.p.a.s de Newman et Keuls

1.5.2. Résultats (cf tableau 2)

1.5.3. Expression numérique (cf tableau 3)

1.5.4. Expression graphique (cf figures 1 et 2)

1.5.5. Analyse de variance (cf tableau 3)

1.5.6. Discussion

+ variation liée au facteur A (germe antagoniste) : cf tableau 4

La différence très hautement significative (53,51 par rapport à 1,88) traduit l'aptitude des germes antagonistes à inhiber la germination des conidies du parasite.

* variation liée au facteur B (concentration) : cf tableau 4.

La **différence** très hautement significative (20,62 par rapport à 3,99) révèle que pour certains germes, le **degré d'efficacité** est lié à la concentration de la préparation **utilisée**.

* variation liée aux **interactions** des facteurs A x B : **synthèse** (cf tableau 4 et 5 : figures 1 et 2)

De fait **l'interaction** A x B constitue à nos yeux la **traitement** proprement dit. La **différence** significative (4,82 > 1,88) permet de corroborer l'observation **mentionnée** à **l'alinéa** précédent.

Nous observons par exemple (cf tableau 3) que **T. pseudokoningii** A₂S, α₂, GX₆ et α₆ inhibent à 98, 91, 83, 81 et 80 % respectivement la germination des conidies du parasite **lorsque** nous considérons la concentration C₂ (12 x 10⁴ conidies/ml) par contre, les taux d'inhibition correspondant **s'élèvent** à 73, 85, 70, 78 et 75 % respectivement lorsque les **mêmes** germes sont **examinés** sous l'angle de la concentration C₁ (9 x 10⁴ conidies/ml).

Par ailleurs, *Fusarium* (95 = 95 %), *M. verrucaria* (99 = 99 %) et PTZ (80 = 80 %) présentent le même profil d'efficacité quelle que soit la concentration **usitée**.

Signalons enfin que *T. harzianum* ne **présente** aucun **intérêt** pour ce type de test puisque le taux d'inhibition maxima observé est de 14 %.

Corrélativement, l'inhibition **minimum exercée** par les germes antagonistes sur le développement des tubes germinatifs des **conidies** en germination de *P. oryzae* (toutes concentrations confondues) est **supérieure ou égale** à 72 % pour *T. pseudo koningii*, *Fusarium*, *M. verrucaria*, A₂S, α₂ et α₆.

Inapte à **inhiber** l'émission des tubes germinatifs, *T. harzianum* est **également** incapable de contrarier le **développement** des filaments mycéliens.

À la **lumière** du test de Newman et Keul (cf tableau 5) il **s'avère** que *Myrothécium verrucaria* et *Fusarium sp.* d'une part, A₂S et GX₆, d'autre part, ont un **même degré d'efficacité** quelle que soit la concentration.

Par ailleurs, on constate que tous les germes **présentent** des **différences** de niveau d'**activité** en fonction des concentrations de leurs suspensions conidiennes ou particulières.

Cette **expérimentation**, nous a permis de mettre en **évidence** un certain nombre de traitements capables d'**inhiber** très significativement la germination et le développement du tube germinatif des conidies du

Tableau 2 , Germination (CG) et **longueur** moyenne des **tubes** germinatifs (L) de *p. oryzae* en interaction directe avec les conidies ou **particules** des **germes** antagonistes ; 15 heures d'incubation à 25°C/obscurité.

N.B. **Modalité** de confrontation du parasite avec les traitements correspondants :

C1 = **Mélange** volume à volume de suspensions parasite (9×10^4 conidies/ml) et de l'antagoniste (9×10^4 conidies ou particules /ml).

C2 = **Mélange** volume à volume de suspension du parasite (6×10^4 conidies/ml) et de l'antagoniste (12×10^4 conidies ou **particules/ml**).

Pour chaque type de traitement (couple parasite x antagoniste 3 concentration **définie**), le taux de **germination** a **été évalué** à partir de 400 conidies et la longueur moyenne du tube germinatif de 200 conidies **germées**.

Facteur I (germes Ai)	Facteur B (Concentration) Ci		C ₁		C ₂	
	G ₁ (%)	L ₁ ()	G ₂ (%)	L ₂ ()	G ₃ (%)	L ₃ ()
<i>T. pseudokoningii</i>	27	35	1	3		
<i>T. harzianum</i>	102	117	86	1.36		
<i>T. viride/orsan</i>	71	62	45	36		
<i>T. koningii</i>	89	47	34	54		
<i>Fusarium</i>	5	10	5	27		
<i>M. verrucaria</i>	1	3	1	1		
PTZ	22	186	20	4	8	
A ₂ S	15	3	9	1		
a ₂	30	7	17	7		
a ₆	3.25	9	20		18	
GX ₂	59	52	24		30	
GX ₆	22	79	19		46	
Témoin (Se ₃)	76	125	86		123	

Tableau 3 : Inhibition de la germination (IG) et du développement des tubes germinatifs (Ic) de *.oryzae en* interaction directe avec les conidies ou les particules des germes antagonistes ; 15 heures d'incubation à 25 °C/obscurité.

N.B. - Modalité de confrontation du parasite avec les traitements correspondants :

C₁ = Mélange volume à volume de suspension du parasite (9×10^4 conidies/ml) et de l'antagoniste (9×10^4 conidies ou particules/ml)

C₂ = Mélange volume à volume de suspension du parasite (6×10^4 conidies/ml) et de l'antagoniste (12×10^4 conidies ou particules/ml).

Facteur A (germes Ai)	Facteur B (Concentration) Ci	C ₁		C ₂	
		IG, %	IC, %	IG, %	IC, %
<i>T. pseudokoningii</i>		73	72	99	97
<i>T. harzianum</i>		-2	7	14	-10
<i>GX₆</i>		78	36	81	66
<i>T. viride/orsan</i>		29	50	55	71
<i>T. koningii</i>		11	62	66	56
<i>Fusarium sp.</i>		95	92	95	78
<i>M. verrucaria</i>		99	97	99	99
PTZ		78	- 48	80	61
A ₂ S		85	97	91	≈100
α ₂		70	95	83	94
α ₆		75	93	80	18
GX ₂		41	53	76	76
Se ₃		0	0	0	0

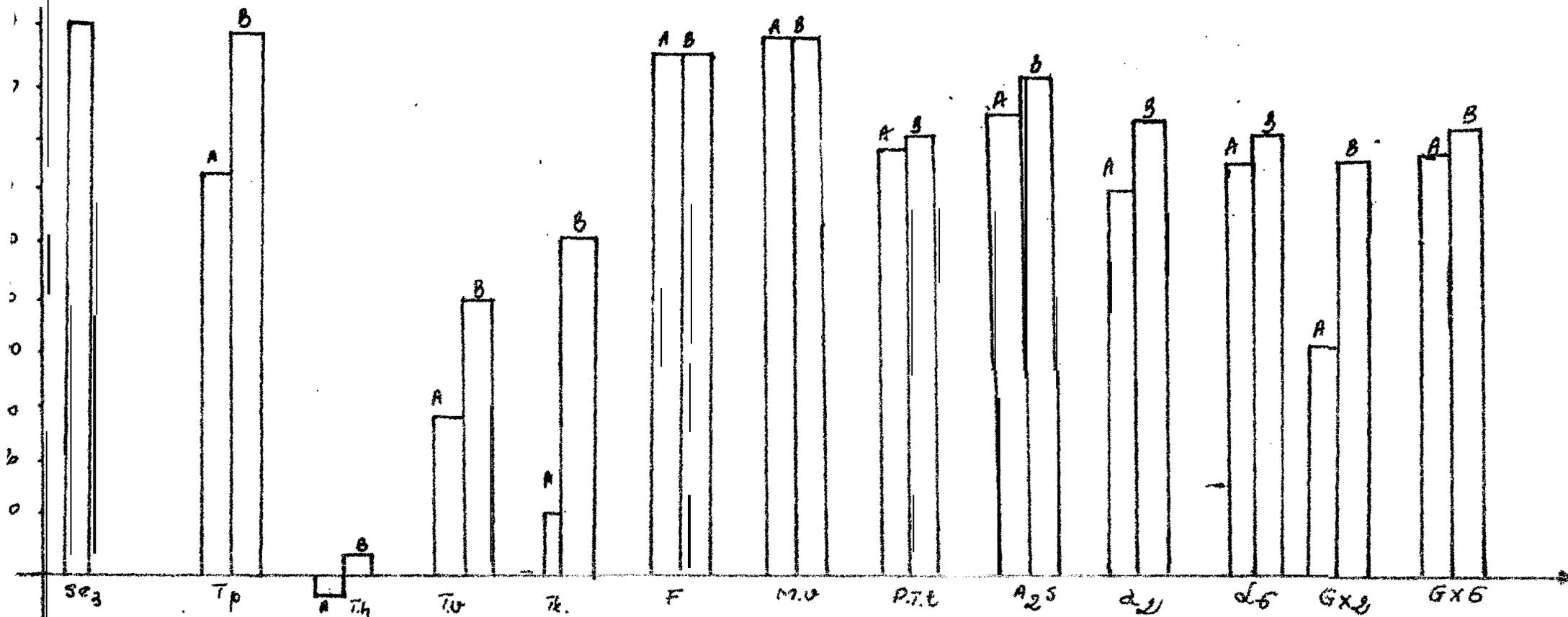


FIGURE 1 : Inhibition de la germination (IG) de *P. Oryzae* en interaction directe avec les conidies ou particules des germes antagonistes ; 15 heures d'incubation à 25°C/obscurité.
 Pour des renseignements complémentaires, cf. à la légende du tableau 3.

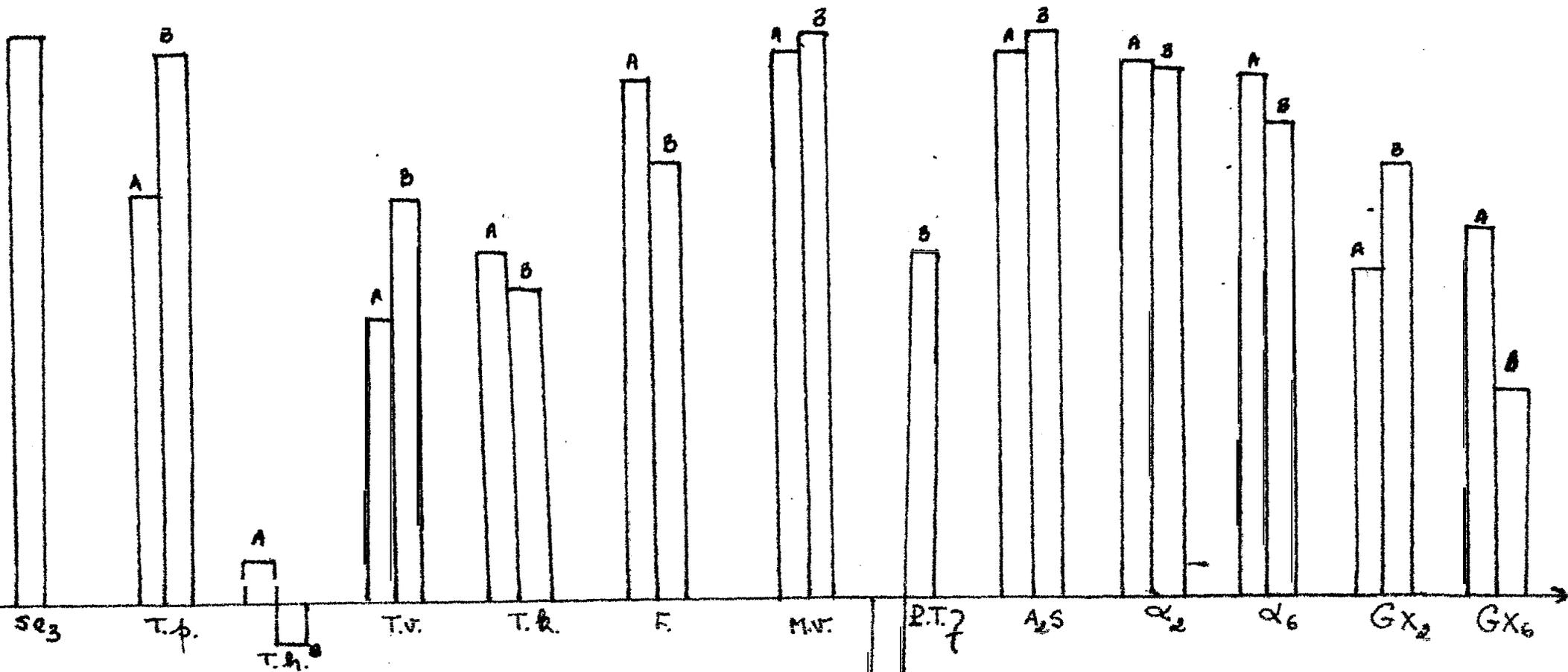


FIGURE 2 : Inhibition du développement des tubes germinatifs de *P. Oryzae* en interaction directe avec les conidies ou particules des germes antagonistes ; 15 heures d'incubation à 25°C/obscurité. Pour des renseignements complémentaires, cf. à la légende du tableau 3.

Source de variation	SCE	ddl	Carré moyen	Statistique $F_{\alpha} = 0,05$	
				F calculé	F critique
Variation totale	40,226,78	103	-	-	-
Facteur A	32,345,64	12	2695,47	53,51	$F_{12;78}=1,8801$
Facteur B	1038,96	1	1038,96	20,62	$F_{1;78}=3,13976$
A X B	2913,58	12	242,79	4,82	$F_{12;78}=1,8801$
RESIDUEL LE	3928,60	78	50,37	-	-

Tableau 4 : Analyse de variance : F des principaux effets

M. verrucaria (C ₂)	X ₁	= 2,03
M. verrucaria (C ₁)	X ₂	= 2,50
T. pseudokoningii (C ₂)	X ₃	= 4,91
Fusarium sp. (C ₁)	X ₄	= 9,52
Fusarium sp. (C ₂)	X ₅	= 11,56
G X ₂ (C ₂)	X ₆	= 13,63
A ₂ S (C ₂)	X ₇	= 16,10
A ₂ S (C ₁)	X ₈	= 19,30
α ₂ (C ₂)		= 21,88
GX ₆ (C ₂)	X ₁₀	= 23,38
α ₆ (C ₂)	X ₁₁	= 23,85
GX ₆ (C ₁)	X ₁₂	= 24,22
PTZ (C ₁)	X ₁₃	= 24,33
PTZ (C ₂)	X ₁₄	= 24,50
α ₆ (C ₁)	X ₁₅	= 25,44
T. pseudokoningii	X ₁₆	= 26,37
α ₂ (C ₁)	X ₁₇	= 28,26
T. koningii (C ₂)	X ₁₈	= 32,47
T. viride (C ₂)	X ₁₉	= 38,47
GX ₂ (C ₁)	X ₂₀	= 41,97
T. viride (C ₂)	X ₂₁	= 47,15
T. koningii (C ₁)	X ₂₂	= 55,73
se ₃ (C ₁)	X ₂₃	= 56,95
T. harzianum (C ₂)	X ₂₄	= 60,64
T. barzianum (C ₁)	X ₂₅	= 61,89
Se ₃ (C ₂)	X ₂₆	= 68,51

TABLEAU 5 : Résultats du test de Newman et Keuls.

contrôle biologique "in vitro" avec des **résultats** fournis par l'utilisation de fongicides **réputés** efficaces contre *P. oryzae*; de plus, nous devons dans l'avenir envisager de mieux circonscrire le seuil d'utilisation et d'efficacité des traitements biologiques et ce **par** utilisation d'une gamme de concentrations plus large et plus **variée**.

Ces remarques importantes que nous devrions envisager de façon prospective **apporterons** sûrement une contribution non **négligeable** dans une perspective de lutte biologique contre *P. oryzae*.

Pour l'instant et dans le cadre de nos **préoccupations** actuelles, nous aimerions aborder **le problème** de la **synergie** éventuelle irthfrente à **l'association** des germes antagonistes contre les **conidies** en germination du pathogène.

CHAPITRE 1 DEUXIEME - ACTION CONJUGUEE DES GERMES ANTAGONISTES SUR LES CONIDIES EN GERMINATION DE P. ORYZAE

2.1. But et principe

Dans ce chapitre, nous nous proposons de voir si L'action conjuguée de plusieurs germes antagonistes se traduit par un accroissement (Synergie) ou une **réduction (antagoniste)** du taux d'inhibition exercé sur les conidies en germination de *P. oryzae*.

2.2. Matériel biologique et conditions d'expérimentation

Le matériel biologique, les conditions, de même que les techniques d'expérimentation sont les mêmes que ceux utilisés au chapitre premier.

L'évaluation des taux de germination et d'inhibition de germination repose sur l'utilisation des mêmes formules précédentes.

2.3. Résultats : cf tableau 6

2.4. Expression numérique des résultats (tableau 7) : Discussion

Le tableau n° 7 révèle plusieurs types de profil que nous pourrions matérialiser par quelques exemples représentatifs :

2.4.1. Phénomène de synergie

Tous les traitements biologiques associant d'une part α_2 avec *T. viride*, *T. koningii*, *T. harzianum* et d'autre part PTZ avec *T. viride*, *T. koningii*, *T. harzianum*, α_2 , α_6 , GX6 permettent la mise en évidence d'une synergie de très haut niveau entre les composantes du binôme correspondant et ce quelle que soit la concentration considérée.

De plus, et pour la concentration C_1 uniquement, nous observons une très bonne synergie lorsque *T. pseudokoningii* est associé à α_2 , α_6 , PTZ ou *Fusarium* ; la même observation est valable lorsque PTZ est conjugué à A_2S ou GX2 tout comme pour le couple GX2 x GX6. Cet accroissement d'inhibition pourrait- et abstraction faite des autres mécanismes possibles - s'expliquer soit par l'apparition dans le milieu de sous-produits engendrés par les composantes chimiques propres à chacun des antagonistes, soit à l'effet résultant des actions propres aux antagonistes précités.

2.4.2. Phénomène d'incompatibilité

A l'opposé de la synergie précédemment décrite, nous observons que tous les binômes associant d'une part *M. verrucaria* à

Tableau 6 : Germination et **développement** des tubes germinatifs des conidies du parasite **associés** deux à deux - 15 h d'incubation, à 26°C/Obscurité.

Le taux de germination (**G**) des conidies du parasite est **évalué** à partir de 400 conidies et **rapporté** par rapport au **témoin**, tandis que la longueur moyenne des tubes germinatifs (**L**) l'a été à partir de 200 filaments **germinatifs**.

C_1 = Concentration définie par 9×10^4 conidies/ml du parasite + $4,5 \times 10^4$ conidies ou particules de chacun des composants antagonistes.

C_2 = Concentration définie par 6×10^4 conidies du parasite/ml + 6×10^4 conidies ou particules/ml pour chacune des **composantes** antagonistes.

N.B x "T.p." signifie tube germinatif très petit.

± Les cases vides correspondent à des artéfacts.

Tableau 7 : Inhibition de la germination et du développement des tubes germinatifs des conidies de *P. oryzae* en interaction in vitro avec les aermes antagonistes **associés** deux à deux.

15 heures d'incubation à 25°C/obscurité.

Le taux d'inhibition (I_G) de la germination des conidies du parasite est évalué à partir de 400 conidies tandis que celui d'inhibition du développement des tubes germinatifs (I_G) l'a été à partir de 200 filaments germinatifs.

N.B. * " ≈100" signifie le tube germinatif est très petit qu'on considère que la conidie n'a pas germé.

* Les cases vides correspondent à des artifacts.

GX₂ et GX₆, d'autre part GX₆ à *T. koningii*, *T. harzianum*, *T. pseudokoningii*, α_2 , α_6 et GX₂, pour la concentration (C₂) engendrent une diminution spectaculaire du taux d'inhibition de la germination des conidies du parasite.

L'action conjuguée de GX₂ avec *T. harzianum*, *T. pseudokoningii*, α_2 ou α_6 pour la concentration (C₁), α_2 , α_6 (C₁) obéissent à la même règle.

Enfin, ce même type d'incompatibilité se manifeste chez les binômes α_2 X α_6 et *Fusarium XT. koningii*,

N'ayant eu le loisir de procéder à des recherches précises quant aux mécanismes impliqués dans l'apparition de ce phénomène, nous nous bornerons ici à avancer quelques hypothèses plausibles : la décroissance observée serait sous-tendue soit par une destruction des principes actifs au cours de leur mixage, soit que les principes actifs induits par l'une des composantes du binôme aient été complexés - donc inactives - par les principes propres à la deuxième composante.

2.4.3. Comptabilité entre composantes biologiques

Sans nous apesantir de façon exhaustive sur la multitude d'exemples disponibles dans le tableau 7, nous aimerions situer ici, le cas d'associations se traduisant par des résultats (inhibition de la germination des conidies du parasite) approximativement identiques à ceux caractéristiques des composantes de base sans qu'il se manifeste une quelconque synergie : il s'agit d'une comptabilité qui n'est pas à négliger dans cette tentative de contrôle biologique de *P. oryzae*. Dans la gamme des exemples disponibles, nous nous bornerons à citer tous les couples associant *Fusarium* à *T. pseudokoningii*, α_2 , α_6 , A₂S, GX₂, GX₆, *M. verrucaria*.

2.4.4. Incompatibilité partielle

On observe parfois un taux d'inhibition légèrement inférieur à celui induit par la composante la plus efficace, c'est le cas lorsque nous conjugons A₂S ou avec GX₆ par exemple ; cette tendance se situe entre les deux extrêmes examinés aux alinéas 2.4.1. et 2.4.2.

induisent des taux **d'inhibition** nettement plus **élevés** sur **l'élongation** des tubes germinatifs une fois **émis** que sur **l'émission** proprement dite (= germination).

Enfin, **GX₂** est apte à contrarier (taux **d'inhibition** de 25 %) l'émission des tubes germinatifs alors que ce **même** germe semble exercer une action bénéfique sur **l'élongation** des tubes germinatifs déjà émis.

CHAPITRE TROISIEME : INHIBITION DE LA GERMINATION DES CONIDIES DU PARASITE PAR LE MYCELIUM DES ANTAGONISTES FONGIQUES

3.1. But et principe

Le but de cette expérience est de tester l'aptitude du mycélium des germes antagonistes à inhiber in vitro la germination des, conidies du parasite.

Le type de confrontation directe en lame 3 concavité est similaire à celui utilisé dans le chapitre précédent ; il convient seulement d'opérer avec fragments de mycélium du parasite au lieu de conidies de ce dernier.

3.2. Matériel biologique - cf totalité des germes cryptogamiques usités dans les chapitres précédents.

3.3. Conditions d'expérimentation : cf chapitres précédents.

3.4. Méthode de confrontation du parasite avec le mycélium des germes antagonistes

3.4.1. Préparation et utilisation de la suspension mycélienne de l'antagoniste

Des confettis de cellophane ($\varnothing = 5$ mm) sont disposés à la surface et à la périphérie du milieu nutritif (PCA) contenu dans une boîte de pétri. Chaque boîte de pétri est alors inoculée en son centre par l'antagoniste correspondant et les confettis; recouverts du mycélium antagonistes sont prélevés après un délai d'incubation fonction de la vitesse de développement du germe antagoniste. Le produit correspondant à chaque confetti est alors mis en suspension dans 0,5 ml d'eau stérile distillée.

3.4.2. Méthode de confrontation

La confrontation directe est réalisée en déposant environ 0,1 ml de la préparation précédente (préalablement homogénéisée) dans la concavité? puis 0,1 ml de ^{la suspension conidienne} $(9 \times 10^4$ conidies/ml de *P. oryzae*.

3.5. Résultats : (Tableau 8)

3.6. Expression numérique des résultats : (Tableau 9)

3.7. Expression graphique des résultats : fig. 3

3.8. Discussion : tableau 9 et figures 3 et 4

T. pseudokoningii, *T. koningii*, *M. verrucaria* et *Fusarium* exercent un taux d'inhibition minimum de 74 % sur la germination des conidies du parasite et leur efficacité minimum s'élève à 92 % quant à l'inhibition

PARAMETRES MESURES		O ₂	T. pseudo- konin- gii	T. konin- gii	T. harzia- num	M. verru- caria	Fusarium	T. viride orsan	Se ₃ (témoin)
G ₁ (%)	75	15	26	54	0	7	42	87	
L (μ)	102,1	27,2	18,1	5,5	0	36,3	10	499	

Tableau 5 : Germination (%) et longueur moyenne du tube germinatif (μ) de *P. oryzae* (9 x 10⁴ conidies/ml) en interaction avec les fragments mycéliens des germes antagonistes. . 15 h d'incubation à 25°C/obscurité.

	GX ₂	T. pseudo- koningii	T. konin- gii	T.harzia- num	M. verruca- ria	Fusarium	T.viride/ orsan	Se ₃
I _G (%)	25	85	74	46	100	93	50	0
I _C (%)	0,6	95	96	98	100	92	88	0

Tableau 9 : Inhibition de la germination (I_G) et du développement des tubes germinatifs (I_C) des conidies de *P. oryzae* (9×10^4 conidies/ml) en interaction avec les fragments mycéliens des germes antagonistes : 15 h d'incubation à 25°C/obscurité.

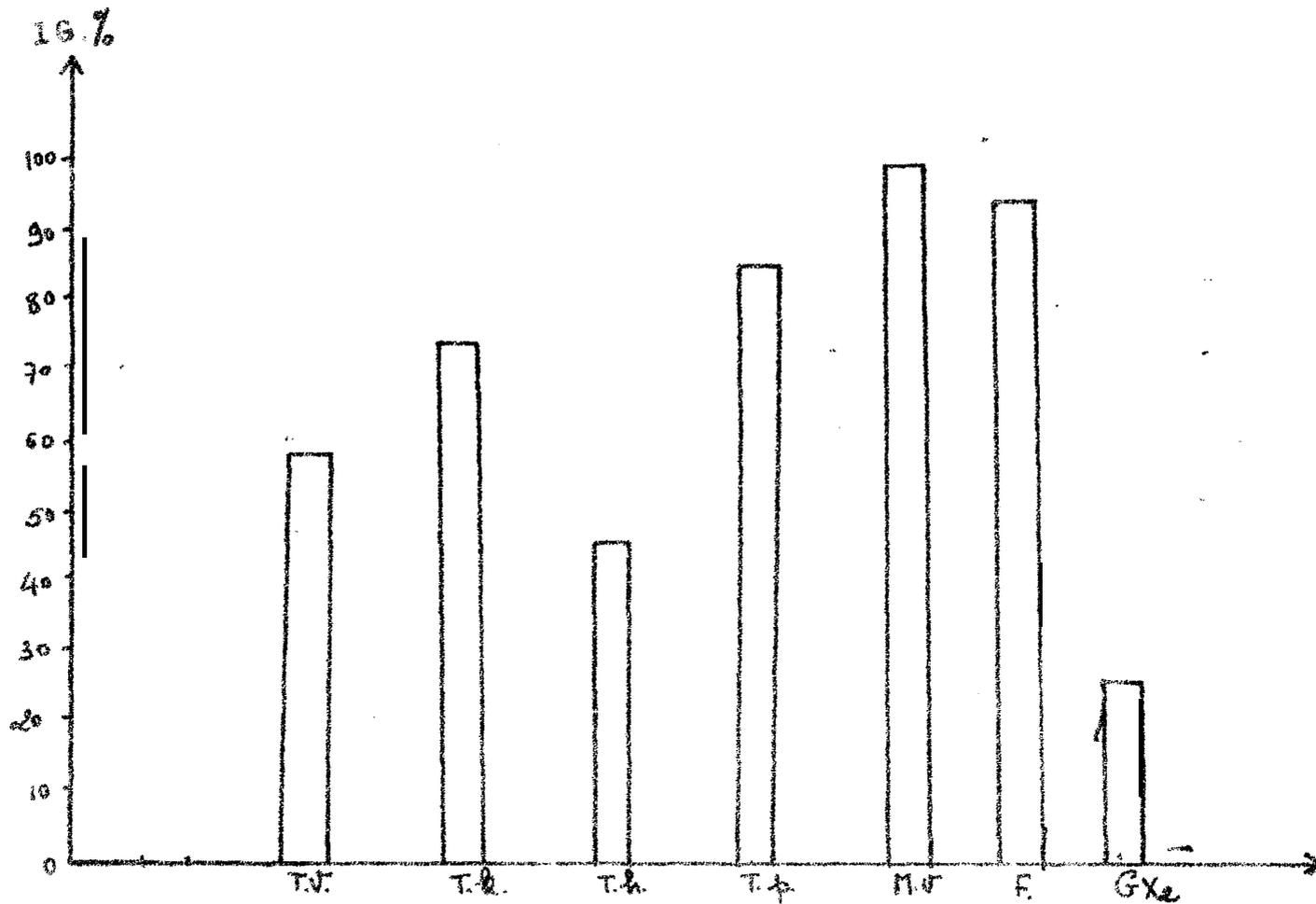


FIGURE 3 : Inhibition de la germination (IG) des conidies de P. Oryzae (10^4 conidies/ml) en interaction avec les fragments mycéliens des germes cryptogamiques antagonistes ; 15 heures d'incubation à 25°C/obscurité.

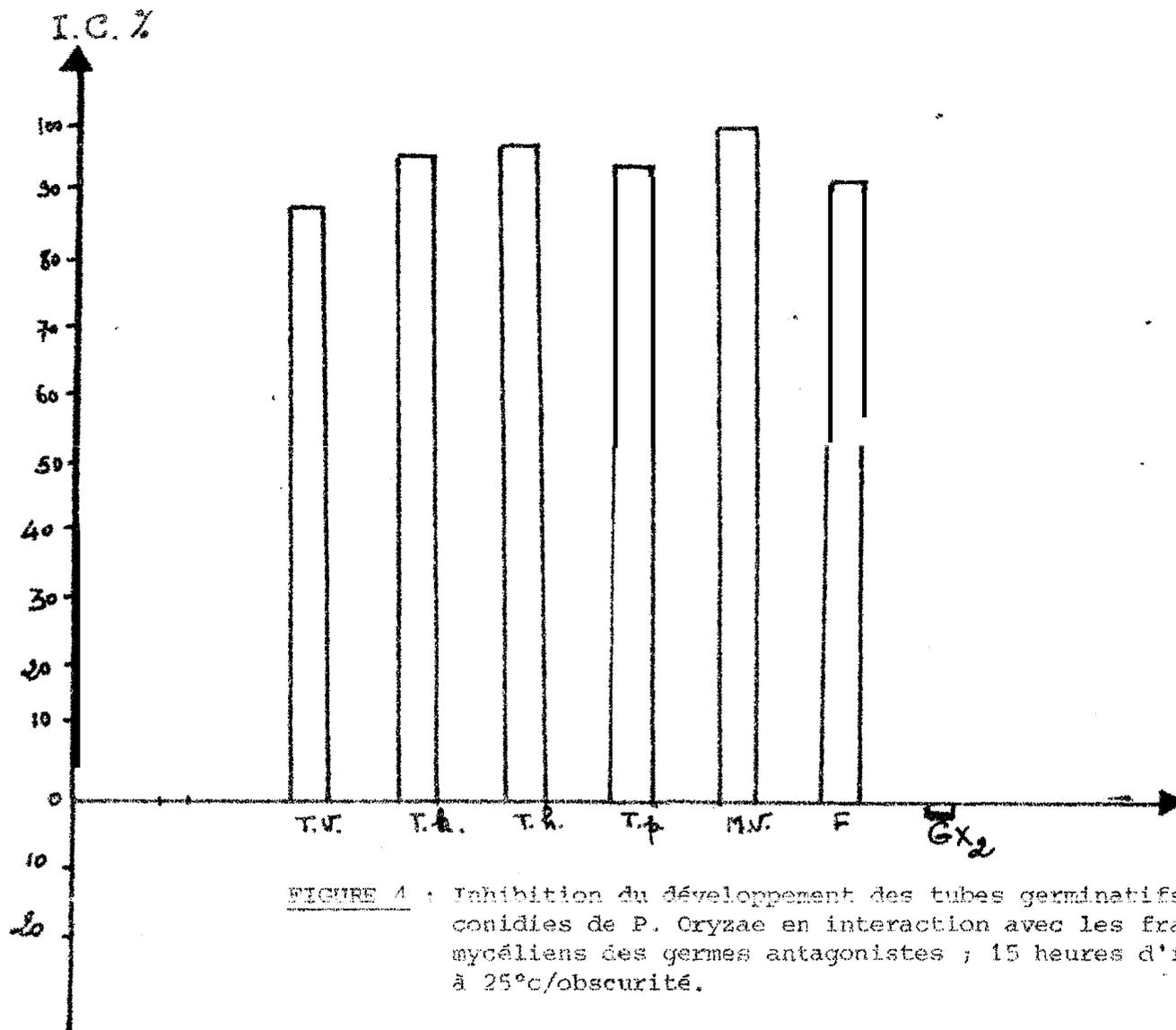


FIGURE 4 : Inhibition du développement des tubes germinatifs (IC) des conidies de *P. Cryzae* en interaction avec les fragments mycéliens des germes antagonistes ; 15 heures d'incubation à 25°C/obscurité.

3.9. Synthese : Tableau récapitulatif des actions comparées des conidies et des fragments mycéliens des germes cryptogamiques antagonistes sur la germination des conidies et l'élongation des tubes germinatifs de P. oryzae
(cf tableau 10 et figures 5 et 6)

Contrairement à CX_2 dont l'action conidienne est plus efficace que celle mycélienne, nous observons que *T. viride*, *T. koningii*, *T. harzianum* et *T. pseudokoningii* sont nettement plus efficaces (cf figures 5 et 6) contre la germination des conidies et contre l'élongation des tubes germinatifs du parasite par leur action mycélienne que par leur action conidienne.

Par contre, *M. verrucaria* et *Fusarium* procurent des actions comparables.

antagoniste imp liqué		T. viride/ orsan	T. konin- gii	T. harzia- num	T. pseudo- koningii	Y. verru- caria	Fusarium	GX ₂
Organes et paramètres								
Conidies	I _G ₇ %	29	11	-2	73	99	95	41
	I _C ₇ %	50	62	7	72	98	92	58
Mycélium	I _G ₇ %	58	74	46	85	100	93	25
	I _C ₇ %	88	96	9%	95	100	92	-0,6

Tableau 10 Récapitulation des actions comparées des conidies et des fragments mycéliens des germes cryptogamiques antagonistes sur la germination des conidies et l'élongation des tubes germinatifs de P. oryzae (extrait des tableaux 5 et 9).

CHAPITRE QUATRIEME : COMPORTEMENT DU MATERIEL BIOLOGIQUE VIS-A-VIS JC QUELQUES MOUILLANTS USUELS

4.1. But et principe :

Lors d'une expérience portant sur le type d'interaction "in vivo", hôte x parasite x antagoniste, SY observa l'absence d'infection satisfaisante (sur parcelle témoin notamment) généralement induite par la souche Se3 de *P. oryzae*.

Excepté le mouillant qui avait été changé (l'auteur avait, faute de disponibilité, substitué le Triton au Twen 60) toutes les conditions expérimentales étaient identiques à celles des expériences précédentes ; de là est née l'idée de révéler puis d'évaluer l'inhibition éventuelle inductible par des mouillants usuels, a priori "neutres" sur l'expression "in vitro" de la colonisation de germes biologiques utilisés et ce, en vue d'une meilleure association germe x mouillant.

4.2. Matériel

+ Matériel biologique : cf germes cryptogamiques utilisés dans le chapitre premier.

+ Mouillants : Citowett, Triton, Twen 60 et Teepol.

4.3. Conditions d'expérimentation et méthode de confrontation

- Conditions d'expérimentation : cf chapitre I

- Préparation des solutions de mouillants

Dans 99,9 ml d'eau distillée stérile, nous ajoutons 0,1 ml de mouillant ; l'homogénéisation étant obtenue par agitation vigoureuse.

- Préparation de la suspension coadienne des germes cryptogamiques : cf chapitre I

- Méthode de confrontation : cf chapitre I

4.4. Résultats (tableau 11) : Discussion

L'analyse sommaire des résultats (tableau 1.1) permet de révéler plusieurs types distincts de réaction :

- Nous observons un taux de germination extrêmement faible (taux d'inhibition correspondant élevé) lorsque *T. koningii*, *T. pseudo-koningii* et *T. harzianum* sont en interaction avec le Citowett, le Triton, le Twen 60 et le Teepol ; l'utilisation de tels mouillants devra donc être dosée voire proscrite pour toute application des germes correspondants.

- A l'inverse, *Fusarium* (100 % de germination quelque soit le

Mouillant	Germes:						Fusarium	Se ₃
	M. verrucaria	T. koningii	T. pseudo-koningii	T. viride	T. harzia-num			
CITOWETT	100	0	2	100	12	100	100	
TRITON	3	17	11	100	36	100	46	
TWEEN 60	99	1	10	44	2	100	100	
TEEPOL	100	0	28	100	18	100	40	

Tableau 11: Comportement des conidies en aérmination des germes cryptozamiques en présence de Citowett, Triton, Tween 60 et Teepol : 10 h d'incubation à 25°C/obscurité et humidité saturante.

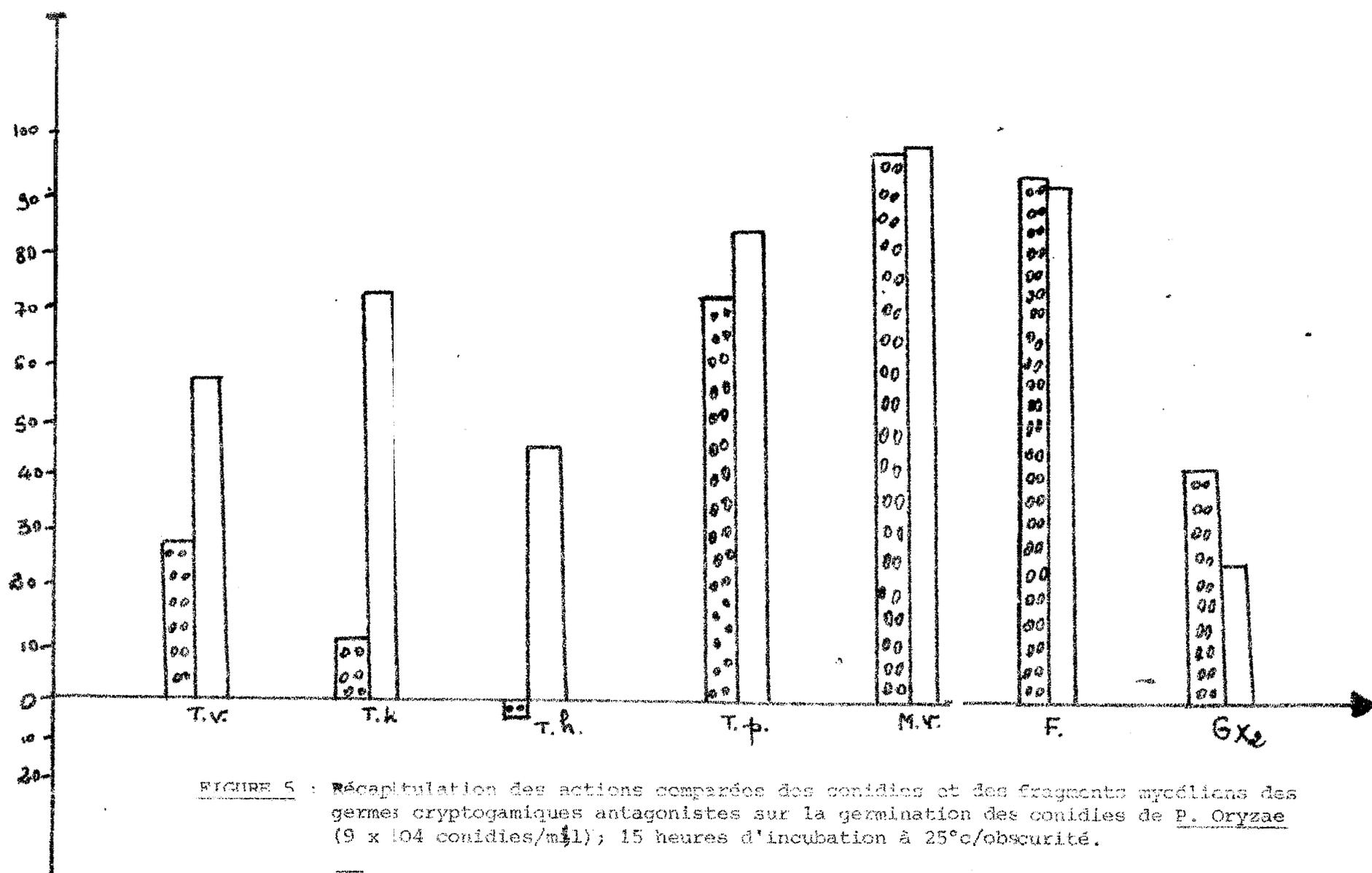


FIGURE 5 : Récapitulation des actions comparées des conidies et des fragments mycéliens des germes cryptogamiques antagonistes sur la germination des conidies de P. Oryzae (9×10^4 conidies/ml); 15 heures d'incubation à 25°C/obscurité.

▨ - Inhibition de la germination des conidies par des conidies de l'antagoniste

▬ - Inhibition de la germination des conidies du parasite par les fragments mycéliens des germes antagonistes.

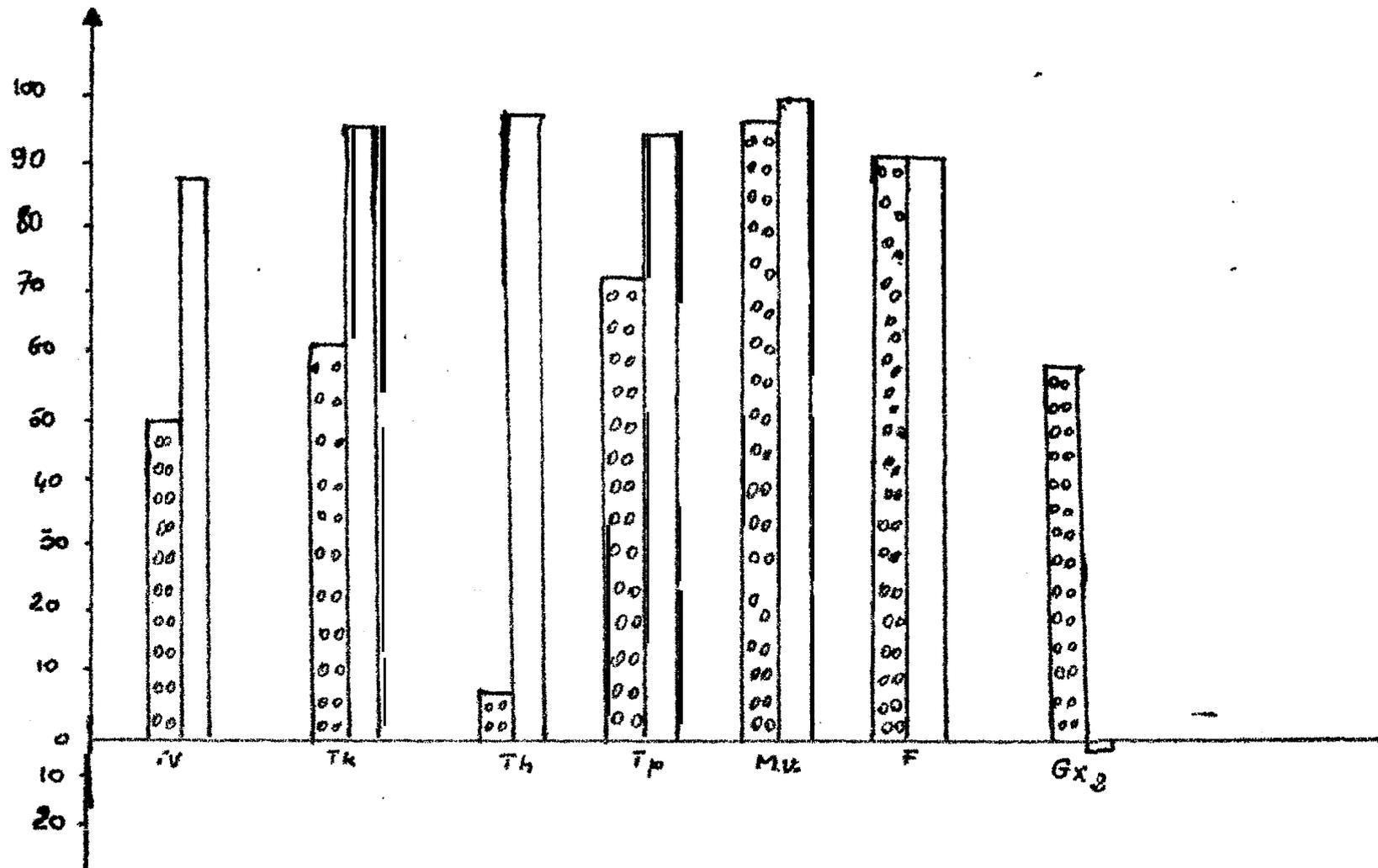


Fig. 6 : Récapitulation des actions comparées des conidies et des fragments mycéliens des germes cryptogamiques antagonistes sur la croissance des tubes germinatifs des conidies de *P. Oryzae* (9×10^4 conidies/ml) ; 15 heures d'incubation à 25°C/obscurité.

▤ Inhibition de l'élongation des tubes germinatifs par des conidies

▥ Inhibition de l'élongation des tubes germinatifs par les fragments mycéliens.

compatibles avec l'expression des conidies de **Fusarium**.

• Le Citowett et le **Twen 60** ne perturbent crue peu ou pour la germination des conidies de **M. verrucaria** et de **Se₃**.

• La germination de **r. viride** est totale (100 %) avec le Citowett, le Triton et le **Teenol** tandis qu'elle se trouve relativement abaissée avec le Tween 60 (44 %).

M. verrucaria germe à 100 % avec le **Teepol** et tandis que l'utilisation du Triton et du **Teepol** n'autorise la germination de **Se₃** que dans des proportions de 46 et 40 % respectivement.

Ces observations sommaires et néanmoins intéressantes in vitro démontrent la nécessité de tenir compte de tous les facteurs lors de l'expérimentation in vivo notamment ; cependant et en dépit de leur intérêt manifeste, elles ne nous autorisent pas à préjuger du comportement final des germes lorsque ceux-ci sont en présence de l'hôte ; cette expérimentation préliminaire mériterait donc d'être mieux approfondie.

CONCLUSION GENERALE

Pyricularia oryzae Cav. est un champignon de l'ordre des *Hyphales*, c'est l'agent de la pyriculariose dans toutes ces formes de manifestation, Sa grande **variabilité** génétique, sa grande **capacité** d'adaptation au milieu biologique et aux conditions du **milieu** environnant en font un parasite redoutable de la culture du riz.

Malgré les efforts **énormes déployés** par **presque** tous les **pays rizicoles** du monde, aucune solution **définitive** n'a été donnée au **problème** de la pyriculariose.

Aussi dans **un** esprit de recherche nous sommes nous **orientés** vers la mise au point d'une **méthode** de lutte **biologique**.

Dans la **première** partie de notre travail, nous avons étudié "**in vitro**", l'inhibition de la **germination** des conidies du **parasite** (*Se₃*) par 12 antagonistes **fongiques**, **bactériens** et **actinomycètes**. A la suite de ce criblage initial, nous avons pu mettre en évidence un certain nombre de traitements **capables** d'inhiber significativement la germination et le **développement** du tube germinatif. Le **degré d'efficacité** de certains de ces germes est **lié** à la concentration de la **préparation utilisée**. Cependant, il serait **intéressant** de comparer ces **résultats** avec ceux fournis par l'utilisation de fongicides réputés efficaces contre *P. oryzae*.

Pour l'avenir, et pour mieux cerner le seuil d'utilisation et **d'efficacité** des traitements biologiques, nous proposons d'envisager la **prévision** d'une gamme de concentration plus large et plus variée,

Dans la **deuxième** partie de notre travail, nous nous **étions** proposé de voir si l'action **conjuquée** deux à deux des germes **antagonistes** se traduirait par un accroissement (**synergie**) ou une **réduction** (**incompatibilité**) du taux d'inhibition exercé sur les conidies en germination de *.oryzae*. Les résultats de nos investigations montrent que pour certains couples il y a une **complémentarité** bénéfique (synergie), pour **d'autres**, par **contre**, il y a **incompatibilité**. Entre les deux **extrêmes**, il y a d'une part, le cas **d'association**, se traduisant par des résultats approximativement identiques à ceux des composants de base sans qu'il y ait synergie, **d'autre part**, le cas d'une **légère** diminution du taux d'inhibition par rapport à celui induit par la **composante** la plus efficace.

Il serait intéressant **d'opérer** avec des associations plus nombreuses et plus variées des germes antagonistes,

Mes travaux sur l'**inhibition** de la germination des conidies du parasite par le **mycélium** des **antagonistes fongiques** montrent que certains **fragments mycéliens** inhibent fortement la germination con-

à l'exception de GX_2 .

De la comparaison des actions de conidies et des fragments mycéliens des germes antagonistes sur la germination des conidies et l'élongation des tubes germinatifs de *P. oryzae*, ressort que *T. viride*, *T. koningii*, *T. harzianum* et *T. pseudo-koningii* sont nettement plus efficaces par leur action mycélienne que par leur action conidienne. Par contre GX_2 agit plus efficacement par ses conidies que par son mycélium. Cependant, pi. *verrucaria* et *Fusarium* procurent des actions comparables.

Nos observations sommaires et néanmoins intéressante in vitro sur le comportement du matériel biologique vis-à-vis de Citowett, Triton, Tween 60 et Teepol démontrent la nécessité de tenir compte lors de l'expérimentation in vivo de tous les facteurs d'expérimentation, notamment de la substance utilisée comme mouillant. Mais il nous est difficile de préjuger le comportement des germes in vivo. Cette expérimentation préliminaire mériterait donc d'être mieux approfondie. L'élargissement de la gamme des mouillants aidera sûrement à circonscrire l'action de ces derniers sur la germination des germes sélectionnés.

D'autres axes de recherche mériteraient d'être approfondis :

- détection d'autres antagonistes capables d'inhiber significativement la Germination des conidies et le développement des tubes mycéliens du pathogène (dont souches hypovirulentes de *P. oryzae*).
- Recherche sur les mécanismes d'action du phénomène d'antagonisme.
- Etude du comportement des germes antagonistes sur les composantes de la biosphère.
- Parallèlement à ces axes de recherche fondamentale de base, devront également être abordées des recherches pour l'application des résultats.
- Recherche d'adaptation in vivo les résultats obtenus in vitro
- Etude des problèmes techniques et économiques engendrés par la vulgarisation de ces méthodes.

- AKAI S. et KURAMOTO T, - 1968 - Micro-organisms existing on leaves of **rice** plants and the occurrence of brown leaf spot.
Ann. Phytopath. Soc. **Japen**, **34**, 313-3
- ALLEN M.C. et HAENSELLIER C.M. - 1936 - Antagonistic action of **Trichoderma** on *Rhizoctonia* and other soil fungi.
Phytopath., 25 - 244 - 252.
- ARNOLD R., MOODY et DANIEL GINDRAT - 1977. Biological control of cucumber black root rot by *Gliocladium roseum*
Phytopath., **67**, 1159, 1162,
- BAKER K.F. et COOK R.J. - 1974 - **Biological** control of plants pathogenes.
Freeman W.H. et **CY**, San Francisco.
- BRIAN P.W. et Mc GOWAN J.C. - 1945 - viridin : a highly fungistatic substance produced by *Trichoderma viride*.
Nature, **156**, 144 - 145
- BRIAN P.W. et HEMMING H.G. - 1945 - Gliotoxin : a fungistatic metabolic product of *Trichoderma viride*.
- BOUHOT D et MALLAMAIRE, - 1965 - Les principales maladies de plantes cultivées au **Sénégal**
Tomes 1 et II - DAKAR
- CHANG I.P., KOMMEDAHL T. - 1968 - Biological control of seedlings of **corn** by coating kernels with antagonisms.
Phytopath., **58**, 1395 - 1401.
- CHOUMAKOVA A.A. et PETROVA A.I. - 1961 - en russe - Etude de la pyriculsirose du riz
Krasnodar (U.R.S.S.) .
- DAINES R.H. - 1937 - Antagonistic action of *Trichoderma* on *Actinomyces scabies* and *Rhizoctonia solani*.
Amer. potato jour., **19**, 85 - 93,
- DENNIS C. et WEBSTER J. - 1971 - Antagonistic properties of species groups of *Trichoderma* II. Production of volatile antibiotics.

- DIEN H.G. - 1969 - Micro-organismes de la surface foliaire
11, Interaction entre quelques champignons parasites et divers saprophytes filamenteux de la phyllosphère de l'orge.
Bulletin E.N.S.A. NANCY, 11, 12-17
- DUBOS B. et RICARD J.L. - 1974 - curative treatment of peach trees against silver leaf disease (*stereum purpureum*) with *Trichoderma viride* preparation.
Plant disease reporter, 58, 147 - 150
- FAJOLA A.O. et ALASOADURA S.D. - 1975 - Antagonistic effect Of *Trichoderma harzianum* ou *Pythium aphanidermatum* causing the damping of disease of tobacco in Nigeria.
- KOFFI S. AKATOR, - 1981 - Méthodes de lutte contre la nyriculariose du riz au Togo.
(Rapport au Symposium sur la nyriculariose du riz à Montpellier).
- KUYOSAWA S. et FUJIMAKI H. 1967 - Studies on mixture inoculation of *P. oryzae* on rice.
Bull. Nat. Inst. Agr. Sci., Ser. D, n° 17, 1-2
- PADMANABHAN et Al., 1962 - Indian phytopathology, 1
- PAXTON (J.D) et CHAMBERLAIN (D.W.) , 1969 - Phytoalexin production and disease resistance in soybeans as affected by age.
- PELHATE J. - 1.968 - Etude expérimentale des interactions de moisissures caractéristiques des graines
Rev. myc. 1
- PETROV A.I. - 1965 - en russe - Pyriculariose du riz.,
Jour "Def. des cultures contre les ravageurs et les maladies" 3
- SAR - 1978 - Contribution à l'étude du *Diaporthe phascolarum* (CKE et ELL) VAR-sojae - Biologie - Physiopathologie - Lutte -
Thèse docteur 3^e cycle, I.N.P. Toulouse n° 24
- SEGUY et Georges HADDAH, - 1969. - Proposition d'une classification des rizieres aquatiques en Casamane. Agric, Tropic. 4

- SY A.A. - 1976 - Contribution à l'étude de *P. oryzae* Cav. Morphologie, Biologie et Phynologie. Recherche "in vitro" d'antagonistes dans une perspectives de lutte biologique. Thèse Docteur Ingénieur, Université U.P.S. Toulouse, n° 5
- SY A.A., A. BERTINI L et HAMAUT Cl. - 1978 a, - Recherche sur la lutte biologique contre *Pyricularia oryzae* Cav l. Action "in vitro" d'antagonistes fongiques sur la croissance mycélienne du parasite. Rev. Gén. Bot., 85, 63 - 81
- SY A.A., ALBERTINI L et HAMAUT Cl. - 1.977 - Influence du pH sur la croissance mycélienne, la conidiogénèse et la germination des conidies du *P. oryzae* cav. Bull. So. hist. Toulouse, 113
- TRONSMO A. et DENNIS C. - 1977 - Use of *Trichoderma Spp* to control strawberry fruits rots. Neth. J. Pl. Path. 8 suppl. 1., 449 - 45
- TRONSMO A et Raa J. - 1977 - Antagonistic action of *Trichoderma pseudokoningii* again the apple pathogen *Botrytis cinerea*. Phytopsth. Z. 89, 216 - 220
- VODOUE et Col - 1981 - Impact de la pyriculariose sur la riziculture en Rep, populaire du Bénin. (Rapport au Symposium sur la pyriculariose du riz à Montpellier).
- WOOD R.K.S. et TVEIT M. - 1955 - Control of plant disease by use of antagonistic organisms Bot. rev., 21, 441 - 492.
- YANG H. POWELL N.I., BAKER K.R. - 1976 - The influence of *Trichoderma harzianum* ou the root knot *Fusarium wilt* complexe in cotton. Journal of Nematology, 8, 81-86
- YOSHII H, - 1950 - Studies On *Cephalothécium* as a mean of antifical immunization of the agricultural crops. II. On the effect of treatment by the dried mycelium powder of *cephalothecium* on the developpment of leaf blast in rice seedlings. Ann. Phytopathology soc., Japan, 14