

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE NOUMÉA

PHYTOPATHOLOGIE

LA POURRITURE RADICULAIRE DES XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM (L) SCHOTT
CAUSEE PAR PYTHIUM IRREGULARE BUISMAN VAR. NEOCALEDONICA DADANT

par

B. HUGUENIN

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE NOUMEA

LABORATOIRE DE PHYTOPATHOLOGIE

LA POURRITURE RADICULAIRE DES XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM (L) SCHOTT
CAUSEE PAR PYTHIUM IRREGULARE BUISMAN VAR. NEOCALEDONICA DADANT

- - -

COMPTE-RENDU DE RECHERCHES

par

B. HUGUENIN

(Phytopathologiste)

- - -

- INTRODUCTION -

Origine des Xanthosoma cultivés en Nouvelle Calédonie -

Les premières introductions du Taro dit des Nouvelles Hébrides, en Nouvelle Calédonie ont probablement eu lieu au siècle dernier par l'intermédiaire des missions catholiques. Il semble qu'ils aient été apportés des Nouvelles Hébrides où ils avaient été introduits auparavant par des travailleurs mélanésiens revenus des Iles Fidji. Il est d'ailleurs connu aux Nouvelles Hébrides sous le nom de Taro Fidji. En réalité le circuit d'introduction semble avoir été plus complexe car aux Iles Fidji cette Aracée est connue sous le nom de "Dalo ni Tanna" soit Taro de Tanna, île du Sud de l'Archipel néo-hébridais, où il aurait été introduit par la Société des Missions de Londres en provenance des Samoa. Dans cet Archipel son nom de "Talo Papalagi" ou Taro des Européens semble indiquer qu'il s'agit d'un des premiers centres d'introduction de cette plante d'origine Américaine.

La première mention en Nouvelle Calédonie de la présence des Xanthosoma est celle de Jeanneney (La Nouvelle Calédonie Agricole, Paris 1894) qui signale leur introduction par les missions catholiques. Le premier centre de culture fut alors la Côte Est de la Grande Terre dans les vallées alluviales d'Amoa et de Tiwaka. De là, il s'est répandu rapidement dans toute l'île et également aux Iles Loyautés. A l'heure actuelle c'est son nom Loyaltien de "Makue" qui est le plus employé par les Autochtones pour la désignation de ce Taro, ses autres noms de Taro des Nouvelles Hébrides ou de Taro de Tiwaka étant également très répandus.

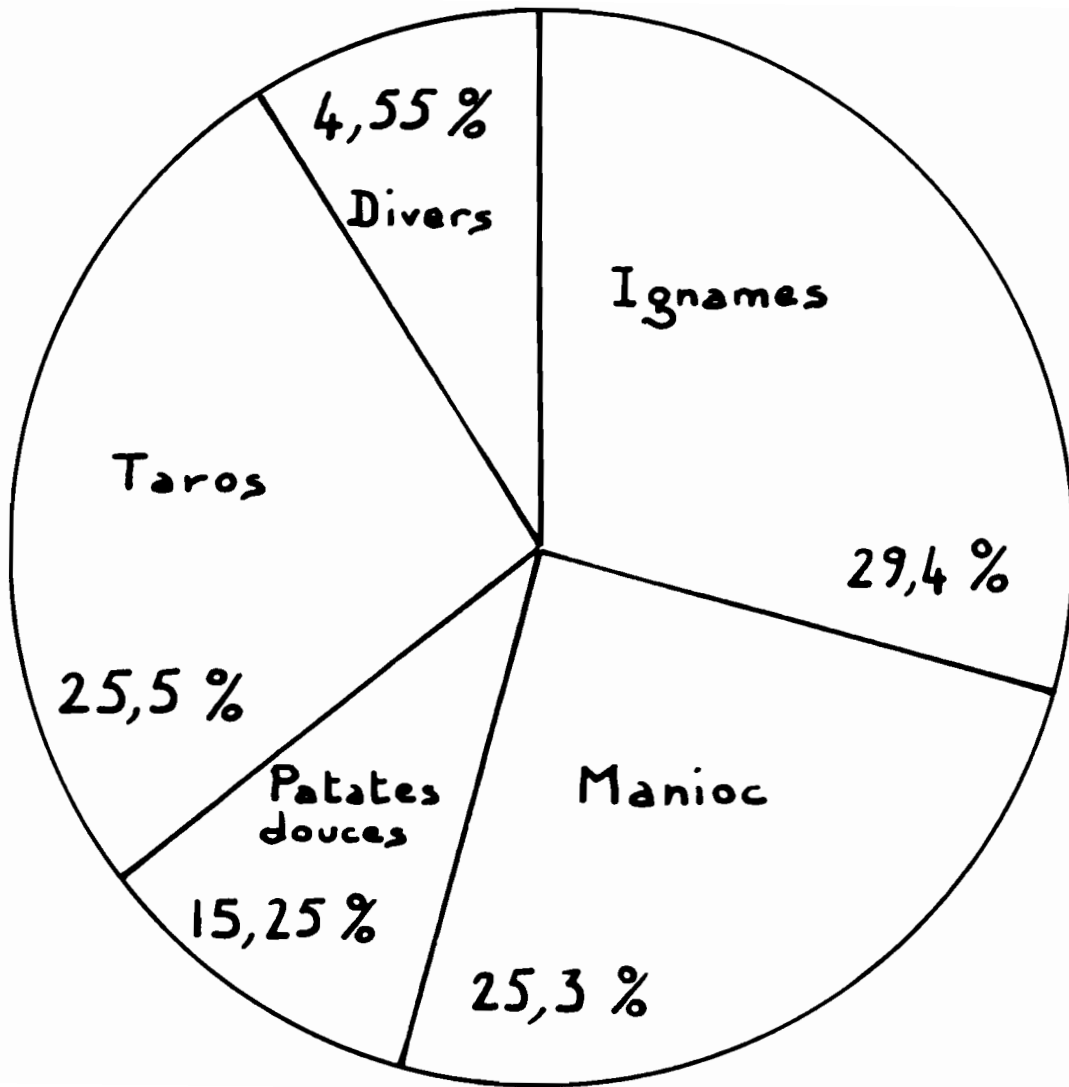
Importance économique -

On peut estimer que le Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott (c'est à J. BARRAU que revient le mérite d'avoir en 1956 établi l'identité de cette plante qui avait été rapportée par erreur par Däniker et à sa suite par GUILLAUMIN à l'Alocasia macrorrhiza Schott) entre en Nouvelle Calédonie pour les 2/3 dans la production totale de Taros, ces derniers occupant environ 25% des surfaces cultivées (graphique 1) pour une production totale de 3.000 Tonnes (moyenne sur 10 ans) soit une valeur de 40,98 millions de francs CFP. L'importance des Taros pour l'alimentation des Mélanésiens est mise en valeur par le fait que sur ces 3.000 Tonnes annuelles, la partie commercialisée atteint tout juste 476 Tonnes (moyenne sur 5 ans), le reste étant autoconsommé.

FIGURE N° 1

Graphique 1 - Répartition des superficies cultivées en culture vivrière autochtone de Nouvelle Calédonie.

- - -



Il est en réalité très difficile de définir, en ce qui concerne les Xanthosoma (et également pour les Colocasia ou Taro d'eau, mais à un moindre titre) les surfaces cultivées. Pour le Taro d'eau (Colocasia antiquorum Schott et Colocasia esculenta (L.) Schott) de nombreuses tribus ont encore conservé, surtout en montagne, leurs tarodières irriguées selon le système traditionnel. Celles-ci sont relativement faciles à estimer. Mais, avec la dégradation des façons culturales, corollaire de l'accession des Autochtones à une économie de type européen, beaucoup de Mélanésiens se sont orientés vers une culture, dite sèche par opposition à la culture irriguée traditionnelle, de certaines variétés qu'ils disséminent dans les jardins et les bas fonds humides. Le Colocasia redevient alors une plante de quasi cueillette dont l'estimation des surfaces devient impossible. Le même problème se pose pour les Xanthosoma. Cette Aroidée en effet, n'étant pas de culture traditionnelle et comme tel n'étant pas soumise aux multiples interdits qui affectent les cultures de plantes à tubercules, (Taros et Ignames) n'a pas conquis droit de cité dans le jardin mélanésien. Les autochtones se contentent d'en exploiter les peuplements semi-naturels qui existent un peu partout dans les bas fonds humides, les caféeries, les galeries forestières, prenant tout au plus la peine de remplacer les manquants. Ces peuplements sont d'origine plus ou moins récente. Aux Nouvelles Hébrides, dans certaines îles, les Xanthosoma forment des peuplements purs très étendus et très denses sous le couvert forestier plus ou moins dégradé et secondarisé resté en place. L'ancienneté de ces peuplements n'est pas douteuse et ils constituent pour les populations voisines une source de réserves amylacées où il suffit de puiser, d'une manière toujours très rationnelle, dès que le besoin s'en fait sentir. Aux Nouvelles Hébrides où le Taro d'eau est encore très cultivé, le Xanthosoma joue le rôle d'aliment de soudure entre deux campagnes d'ignames.

En Nouvelle Calédonie ces peuplements, d'apparence naturelle, sont en général beaucoup plus récents et ont été établis, pour la plupart, après l'abandon des cultures en champs, pratiquées auparavant, cultures rendues impossibles par la présence du Pythium irregulare Buisman, agent de la pourriture radiculaire des Xanthosoma

La "maladie" des Taros des Nouvelles Hébrides en Nouvelle Calédonie -

Les premières mentions de cette affection en Nouvelle Calédonie remontent à 1951 dans la région de PONERIHOUEN. L'extension de la maladie a été assez lente et en 1955 elle n'était relevée que dans les régions de PONERIHOUEN, POINDIMIE et NEGROPO. En 1960, les premières mentions sont faites de la présence du parasite sur la Côte Ouest où en 1961 il était reconnu en 3 points différents (La FOA, PORT LAGUERRE, ST. LOUIS). A l'heure actuelle on peut considérer l'ensemble de la Grande Terre comme infesté, l'île des Pins et les îles Loyauté apparaissant toutefois comme encore indemnes du parasite. Comment expliquer l'extension relativement rapide, étant donné les obstacles à franchir pour passer d'une côte à l'autre ou même d'une vallée à l'autre sur la Côte Est ? DADANT qui a étudié ce

FIGURE N° 2

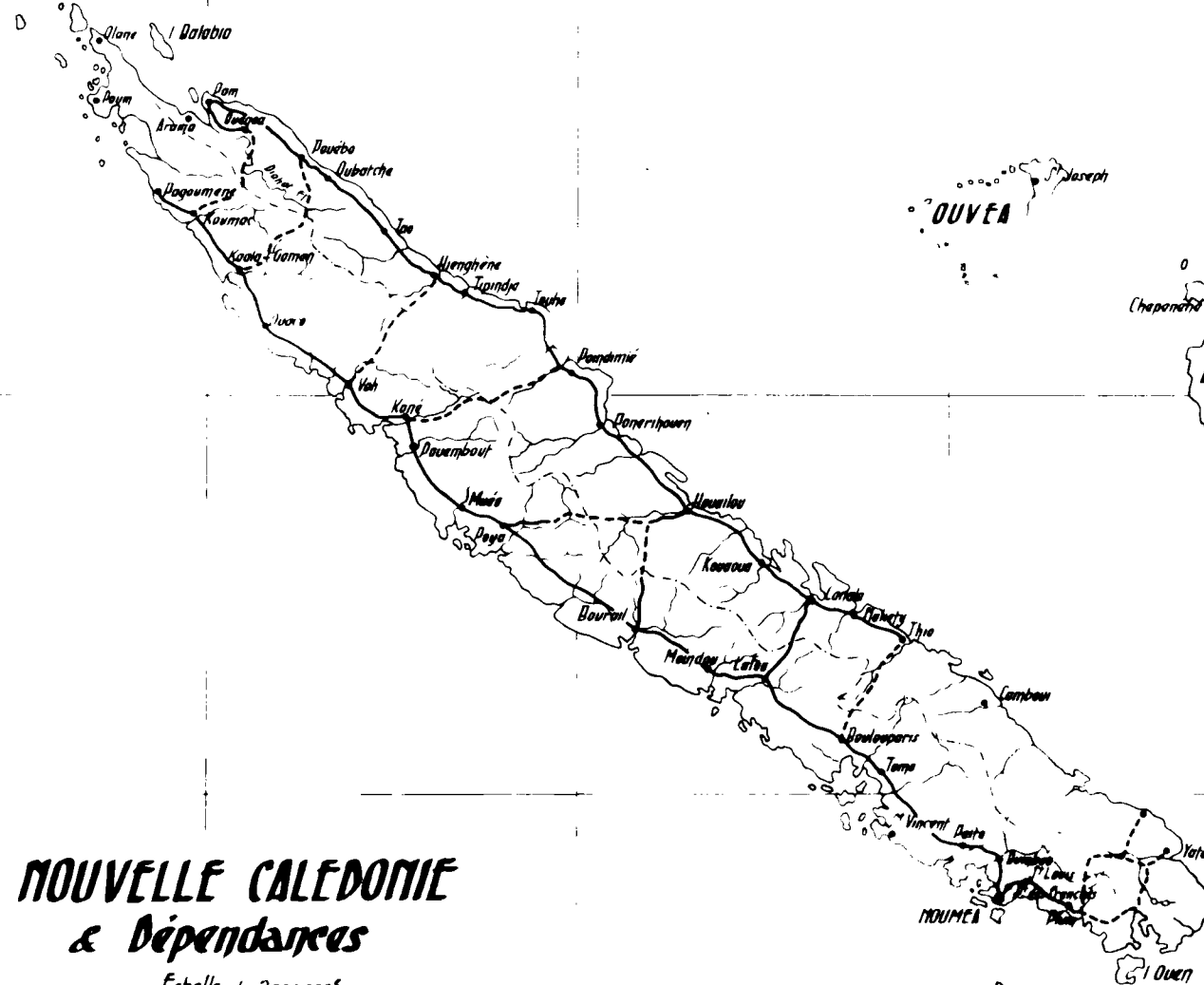
Carte 1 - Carte de la Nouvelle Calédonie et Dépendances

ILES BELEP



20°

I. Ouabo



21°

22°

NOUVELLE CALEDONIE & Dépendances

Echelle 1 2000 000°

Nord



ILES LOYAUTE

OUVEA

LIFOU

MARE

NOUMEA

I. Armeé (Phare)

Ile des Pins



parasite dès 1952 donne comme explication le fait que les Mélanésiens ont l'habitude, avant toute plantation, d'aller chercher les tubercules mères dans d'autres tribus, favorisant ainsi l'extension de la maladie. Cette pratique est aggravée par le fait que l'habillage des tubercules est souvent négligé et que les conseils donnés en matière de désinfection des boutures n'ont pas été suivis. Le parasite a donc trouvé en la population mélanésienne un vecteur de propagation fort actif, ce qui explique son extension relativement rapide.

Jusqu'à ce que la présence du Pythium ait interdit toute culture, le Xanthosoma était planté par les Mélanésiens selon la technique employée pour les cultures de Colocasia en sec, c'est-à-dire, compte tenu du fait que les meilleures terres sont toujours réservées à la plante noble par excellence, c'est-à-dire l'igname, dans des sols le plus souvent dégradés, en pente plus ou moins accentuée ou si placés dans des conditions topographiques acceptables, fortement hydromorphes, toutes conditions favorables au parasite.

De plus l'implantation en plein soleil de ces cultures, implantation défavorable au Xanthosoma qui est par essence une plante d'ombre, ajoutait à la virulence de l'infection. On comprend que dans ces conditions, les pertes aient avoisinées, dans certaines tribus, les 100%.

A l'heure actuelle, ces champs ont disparu; les Mélanésiens sont revenus à un mode de culture plus adapté à la plante et ont implanté leurs Tarodières dans les zones favorables. Dans la région de HOUAILLOU par exemple, les Tarodières à Xanthosoma occupent maintenant les petits creeks ombragés tributaires de la Houailou. Dans cette situation, les Taros surmontent facilement la présence du parasite et donnent une récolte valable. Mais tout essai de plantation en plein soleil, et ces essais sont nombreux encore, est voué à l'échec.

Bibliographie des Affections radiculaires des Xanthosoma -

Les recherches entreprises au Laboratoire de Phytopathologie du Centre ORSTOM de NOUMEA en 1952 avaient porté essentiellement sur la détermination du parasite et la recherche d'une méthode de lutte facilement utilisable par les autochtones. Ces recherches ont été reprises en 1962 sur le comportement de la plante en présence du parasite, les exigences de ce dernier en matière de température, pH et éléments nutritifs et enfin la recherche de variétés résistantes dans une population de Xanthosoma introduite dans le Territoire en provenance des Antilles. Cette dernière activité a été interrompue en attendant l'achèvement d'une Serre d'expérimentation en cours de construction.

Des recherches ont également été entreprises dans d'autres parties du monde sur les maladies radiculaires des Xanthosoma ou des Colocasia. En 1887, MASSEE rapporte de la JAMAÏQUE sur ce qu'il pense être des Colocasia, mais qui depuis ont été reconnu être des Xanthosoma, une pourriture du tubercule causée par un "Peronospora trichotoma Massee". Ce dernier identifié par la suite au Phytophthora colocasiae Rac. était vraisemblablement un Phytophthora du groupe "parasitica-palmivora" pénétré dans le Taro à la faveur d'une blessure.

En 1945, un article de POSNETTE fait le point des recherches effectuées depuis 1925 sur une maladie radiculaire des Xanthosoma en GOLD COAST. Durant ces recherches cette maladie avait été attribuée à diverses causes. En 1940, SHEPHERD présente les résultats des recherches de H.A. DADE et J. WRIGHT durant la période 1925-1933 ainsi que ses propres observations. La preuve de la responsabilité primaire de l'association Pythium gracile - Rhizoctonia solani n'a pu être apportée de façon formelle et il conclut à l'action d'un agent pathogène (probablement un virus) existant dans le sol. Cette hypothèse a été reprise et développée par POSNETTE qui apporte des preuves de la nature virale de l'agent infectieux.

En 1942, GOMEZ-MORENO avait signalé à FERNANDO-PO des attaques de Pythium aphanidermatum sur Xanthosoma et Colocasia.

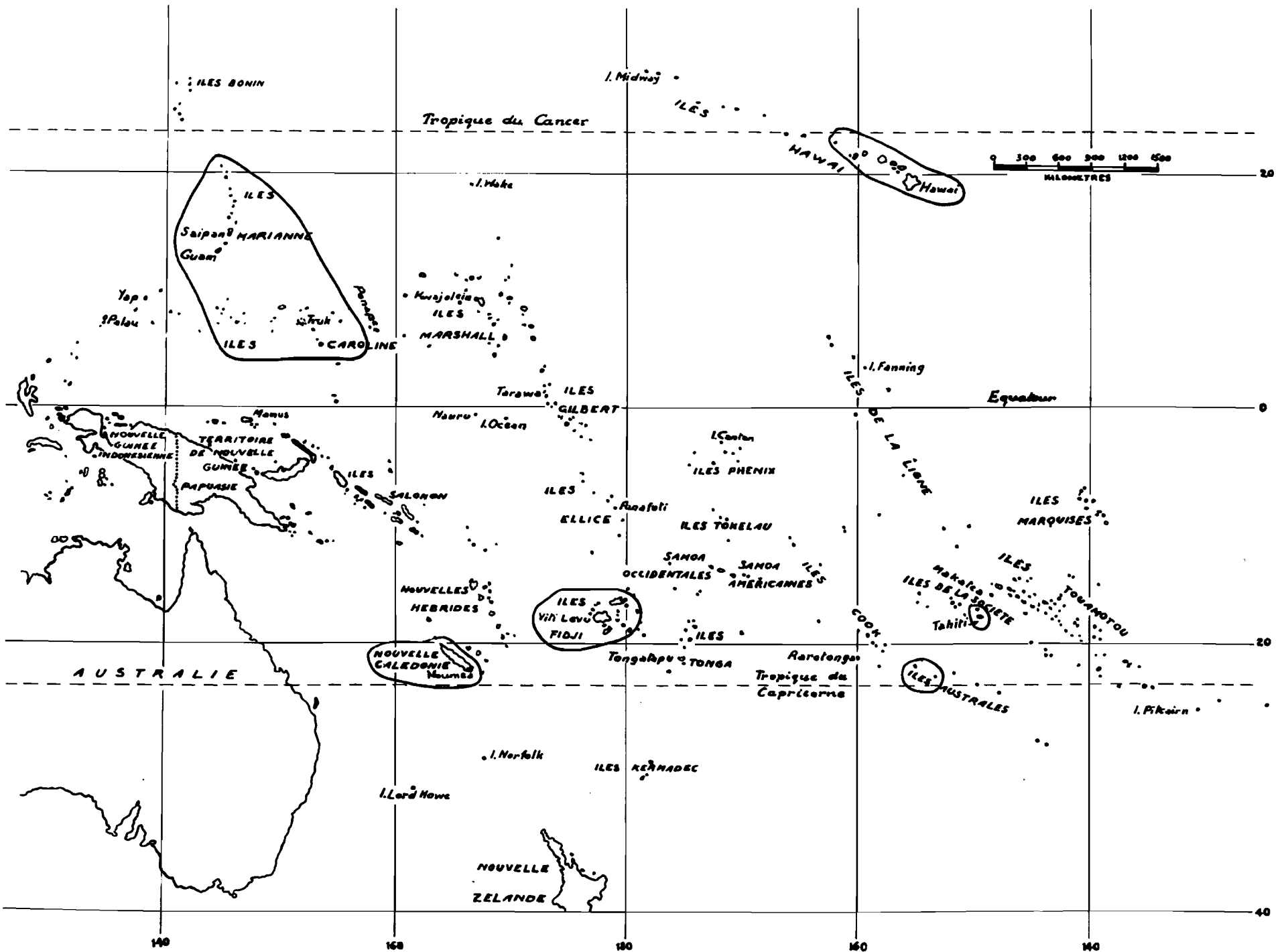
Aux Iles Hawaii, sur Colocasia, une pourriture radiculaire suivie d'une pourriture du tubercule est notée par SEDGWICK dès 1902. En 1919 CARPENTER rapporte cette affection à un Pythium non déterminé. PARRIS (1941) et MIDDLETON (1943) ne mentionnent cette espèce que comme Pythium sp. En 1940, PARRIS avait bien mentionné la présence de Pythium debaryanum Hesse sur Taros mais sans toutefois lui accorder la virulence de l'espèce précédente. Il est possible, en l'absence de toutes mensurations de l'espèce hawaiienne, qu'elle soit identique au Pythium relevé en Polynésie Française sur Colocasia qui a, en 1958, presque totalement détruit les plantations de Taros de l'Ile de RURUTU (Iles Australes). Ce parasite, isolé au laboratoire s'est révélé identique à celui qui en Nlle Calédonie attaquait les Xanthosoma.

Quelques cas d'attaque sur cette plante ont d'ailleurs été relevés par la suite en Polynésie Française.

Enfin une information récente permet de penser que ce même Pythium attaque les Xanthosoma en Micronésie et particulièrement dans les Iles MARIANNES et CAROLINES. Toutefois, aucune détermination précise ne semble avoir été faite. Il en est de même aux Iles FIDJI où la présence du parasite a été soupçonnée.

FIGURE N° 3

Carte 2 - Répartition géographique du Pythium parasite des Xanthosoma
et Colocasia dans le Pacifique tropical



Répartitions géographiques -

On peut donc à l'heure actuelle assigner au Pythium irregulare Buisson var., parasite des Taros, l'aire de répartition suivante dans le Pacifique (voir carte 2).

sur COLOCASIA (- Iles Hawaii
) - Polynésie Française = Rurutu, Raivavae, Tahiti
(- Nouvelle Calédonie

sur XANTHOSOMA (- Nouvelle Calédonie
) - Polynésie Française (Tahiti)
(- Iles Mariannes
) - Iles Carolines
(- Iles Fidji

Il est probable que l'aire de répartition est beaucoup plus vaste, de nombreuses îles n'offrant pas la possibilité de visites fréquentes des spécialistes.

Ière PARTIE

LA PLANTE - HÔTE : Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott

A) - Les espèces de Xanthosoma présentes en Océanie

Trois espèces de Xanthosoma ont été reconnues dans les Iles d'Océanie. Il s'agit des Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott, Xanthosoma violaceum Schott, et Xanthosoma brasiliense Engler.

Ces trois espèces sont facilement distinguables d'après la morphologie de la feuille, les caractères de couleur de la chair du tubercule pouvant également intervenir.

Tubercules à chair jaune : { Xanthosoma brasiliense, variétés de
Xanthosoma violaceum

Tubercules à chair blanche { Xanthosoma sagittifolium, variétés de
Xanthosoma violaceum

Les caractères foliaires distinctifs de ces trois espèces sont les suivants :

- Feuilles sagittées présentant un lobe antérieur et 2 lobes postérieurs plus ou moins divergents. La feuille est très souvent ensellée, les lobes postérieurs se relevant vers le haut.
- Feuille ovale-sagittée, lobe postérieur = $\frac{1}{2}$ lobe antérieur : Xanthosoma sagittifolium.
- Feuille oblongue sagittée lobe postérieur = $\frac{3}{4}$ lobe antérieur : Xanthosoma violaceum.
- Feuille très caractéristique à lobe antérieur acuminé-cuspidé et à lobes postérieurs oblongs = $\frac{2}{3}$ lobe antérieur. Les lobes postérieurs sont de plus fortement divergents : Xanthosoma brasiliense.

De ces trois espèces, X. sagittifolium et X. violaceum ont été reconnus sensibles au parasite. Toutefois en Nouvelle Calédonie l'importance du X. sagittifolium au point de vue alimentaire étant de loin supérieure à celle du X. violaceum, ce dernier n'a pas été considéré dans la suite de cette étude. Il peut cependant présenter quelque intérêt dans des études de sensibilité variétale.

B) - Description du Xanthosoma sagittifolium. Ses cultivars néocalédoniens

Le Taro dit des Nouvelles Hébrides, à l'état adulte se caractérise par une tige dressée, épaisse, pouvant atteindre chez les individus âgés une hauteur de 1 m. Cette tige est couronnée par un bouquet de feuilles portées par des pétioles épais pouvant eux-mêmes atteindre 1 m. de long. La feuille ovale sagittée mesure parfois plus de 50cm de long et peut se différencier de celle de l'Alocasia macrorrhiza Schott par la présence d'une nervure intramarginale formée par la réunion des nervures secondaires qui, de ce fait, n'atteignent pas le bord du limbe. De plus le limbe foliaire est à 90° du pétiole chez Xanthosoma, dans son prolongement chez Alocasia.

L'inflorescence est enveloppée d'une spathe comprenant un tube ovoïde protégeant la partie femelle et un limbe s'ouvrant à l'épanouissement en découvrant l'inflorescence mâle. La longueur totale de la spathe est d'environ 20 cm. Le spadice est plus court (12 - 15 cm) et l'inflorescence mâle trois fois plus longue que l'inflorescence femelle.

Quatre cultivars de cette Aroïdée ont été reconnus en Nouvelle Calédonie et sont couramment cultivés par les Mélanésiens. Ils présentent les caractères distinctifs suivants :

- Pétiole rose pourpre - c'est la variété la plus consommée et selon J. BARRAU, elle représente le matériel végétatif initialement introduit par les missions.
- Pétiole pourpre violacé et limbe taché de clair.
- Pétiole pourpre violacé et limbe vert uni.
- Pétiole vert.

Les noms vernaculaires de ces quatre variétés diffèrent d'une tribu à l'autre et ne présentent donc qu'un intérêt minime pour leur identification.

C) - Le Système racinaire des Xanthosoma. Les Tubercules

Lors de la mise en terre d'un tubercule pour l'obtention d'un nouveau plant, les racines se développent en couronne (il s'agit en réalité d'une hélice aplatie) autour du point végétatif et ont déjà atteint un important développement avant que celui-ci ne manifeste sa croissance. La production de racines est continue durant la vie de la plante mais n'est rapide que durant les premiers temps de la plantation (graphique 2). Une fois atteint le nombre optimum, cette production se ralentit. Ce nombre, dans des conditions artificielles de culture en bacs s'est établi aux

FIGURE N° 5

Planche photographique n° 1 - Système racinaire des Xanthosoma

- (1) jeunes racines sur un tubercule. Une disposition en spirale est visible.
- (2) racines développées au niveau des tubercules fils ou yeux d'un fragment de rhizome âgé.
- (3) système racinaire bien développé. Un tubercule en voie de formation.

environs de 40 racines, 24 jours après la mise en terre. Le ralentissement de production au delà de ce nombre est important mais le plant continue à produire, à un rythme plus lent, et un plant de Xanthosoma âgé, si aucun facteur extérieur n'a entravé sa formation de racines ou n'a provoqué leur destruction prématurée, présente de 60 à 80 racines.

Ces racines sont, dans leur phase de croissance active, des cordonnets blancs nacrés, de grosseur variable selon le tubercule. Sur un plant jeune, les premières racines atteignent 5 mm de diamètre, mais sur un plant âgé on en trouve atteignant la grosseur du doigt. Leur longueur est également très variable, leur croissance étant continue, et peut atteindre chez des plants âgés, plus de 2 m. Elles sont susceptibles de donner naissance à des racines secondaires en nombre important.

Ces racines apparaissent comme très cassantes à la flexion, mais sont au contraire très résistantes à l'extension. Ce caractère est mis en évidence lorsque l'on essaye d'arracher un plant de Xanthosoma en le tenant par les pétioles. Ce sont ces derniers qui se brisent le plus souvent. En revanche si les racines sont attaquées, une traction modérée permet l'arrachage du plant dans son ensemble.

Les tubercules se forment sur le rhizome au niveau des yeux secondaires. D'une forme générale ellipsoïde et de la grosseur d'une belle pomme de terre, ils sont raccordés au tubercule-mère par un pédoncule, de longueur variable, facilement sécable. Leur extrémité distale présente, un point végétatif susceptible, après sevrage, de développer un nouveau plant. La précocité d'évolution des tubercules en rejets feuillus semble être un caractère variétal et doit être prise en considération dans le choix des variétés les plus aptes à une culture améliorée. Les études effectuées à Trinidad (Gooding & Campbell - 1961) ont montré que le nombre de rejets selon les cultivars, variait de 10,14 à 46,78% du nombre de tubercules. L'intérêt, sur le plan culture, de n'avoir que des variétés à faible pourcentage de rejets vient du fait que ces rejets, dès leur apparition, se mettent à produire des tubercules et que la récolte en est rendue plus délicate, tous les tubercules n'étant pas à maturité simultanément.

L'inhibition des autres tubercules peut probablement s'expliquer par un mécanisme hormonal du type de ceux qui placent sous la dépendance du bourgeon terminal, les points végétatifs axillaires d'une plante arbustive.

Ces tubercules présentent, à maturité, un poids moyen de 200 grammes. Leur nombre peut être très variable selon les conditions de végétation du pied mère mais on peut estimer leur nombre moyen à une dizaine ce qui assure un rendement de 2 kg. par pied. Le maximum relevé en Nlle Calédonie (J. BARRAU 1956) a été de 44 tubercules pour environ 9 kgs. Cette productivité assure, dans de bonnes conditions de culture, un rendement de

20 à 30 tonnes par hectare, rendement intéressant. De plus le plant est susceptible de fournir ses jeunes feuilles qui sont consommées comme légume (accommodées à la façon des épinards) avant que le taux en raphides d'Oxalate de Calcium ne les rendent inconsommables. Enfin la tige aérienne des plants agés est fréquemment utilisée pour la nourriture des porcs.

La valeur nutritive de ces tubercules est assez faible. Les analyses effectuées en 1958 par F.E. PETERS, chimiste de la Commission du Pacifique Sud, ont donné les résultats suivants :

	eau	Cendres	Fibres	Extrait d'ether	Azote Total	Sucres Réduc-teurs	Fécule
%	59,0 (57,0-65,0)	1,5	1,0	0,5	0,075	0,2	34,5

	Carotène	Thiamine	Niacine	Acide Ascorbique
ng/ 100 gr.	Traces	0,258	0,329	6

Les Xanthosoma constituent donc un aliment amylicé pauvre en protéines mais relativement riche en Vitamines, surtout du groupe B. La teneur en protéine est inférieure à celle des Colocasia (0,120 à 0,230 % d'Azote total) et à celle de la Pomme de terre, mais la nature de l'amidon assure aux Xanthosoma une excellente digestibilité, considérée comme meilleure que celle de la Pomme de Terre.

IIe PARTIE

LA MALADIE

A) - Symptomatologie - Evolution du Syndrôme

Les symptômes de la présence du Pythium irregulare sur les racines d'un plant varient considérablement selon les conditions de végétation du Xanthosoma. L'observation, dans la nature, du syndrome complet devient de plus en plus rare compte-tenu de l'évolution des techniques de plantation de ce Taro.

Toutefois il est facile à reproduire par des inoculations artificielles et permet d'observer les symptômes suivants :

Le premier signe manifesté par les Taros malades par rapport aux témoins sains est le ralentissement de la croissance et tout spécialement de la production des feuilles. Le feuillage entre ensuite en régression et les feuilles formées sont de plus en plus réduites, cette réduction s'accompagnant parfois d'un éclaircissement de la couleur du limbe. Par la suite cette production de feuilles s'arrête même totalement, les réserves du rhizome n'étant pas en mesure de faire face simultanément aux besoins du renouvellement accéléré des racines atteintes et à ceux des feuilles. C'est ce prélèvement continu sur les réserves du rhizome qui entraîne la non production des tubercules secondaires.

Dans les cas les plus typiques le syndrome évolue vers la mort du plant par épuisement des réserves. Les feuilles sont de plus en plus pâles et réduites en taille puis, sans autre préavis, intervient une fanaison brutale du feuillage. A ce stade le rhizome est très souvent lui-même attaqué par le parasite et manifeste un début de pourriture.

Si le plant de Xanthosoma est cultivé sous un couvert nodéré, l'évolution fatale est plus rare et la plante forme souvent quelques tubercules utilisables, bien que de taille plus réduite que ceux des témoins sains. Il est cependant toujours possible d'isoler, des racines atteintes, le Pythium responsable qui est donc capable de se maintenir dans un rôle de parasite faible et semble n'acquérir sa pleine virulence que lorsque la plante est placée dans des conditions qui lui sont défavorables.

Sur les racines l'infection se manifeste dans un premier temps par une tache rosée au point d'infection, cette tache évoluant rapidement, en une plage translucide huileuse. L'action du Pythium est alors complétée par une flore de saprophytes qui s'installent dans la racine à

.../...

la faveur de la lésion et entraînant une pourriture brune qui s'étend de part et d'autre du point d'infection et finit par atteindre le tubercule. Le Pythium lui-même disparaît précocement et, dans une racine très atteinte il a le plus souvent disparu du front d'attaque où il est remplacé par des Fusarium et le plus fréquemment par le Corticium solani. On peut toutefois toujours retrouver les oospores dans les parties en voie de décomposition de la racine. Ce n'est que lorsqu'un certain nombre de racines auront été ainsi détruites que les premiers symptômes visibles sur le feuillage apparaissent. Dans un premier temps en effet la réaction de la plante réside dans l'accélération de la production de racines et ce n'est que si cette production n'est pas suffisante pour maintenir l'affection à un niveau raisonnable que cette formation répétée arrive à épuiser le tubercule et à provoquer sur le feuillage les symptômes décrits.

B) - Réaction du Xanthosoma à la présence du parasite.

Ces réactions se situent au niveau du système racinaire. Une étude dynamique de la production des racines a permis d'en préciser les modalités.

a/ - Protocole expérimental

Le dispositif employé pour l'observation continue de l'affection consistait à cultiver les plants de Taros dans des bacs en verre cylindriques de 33 cms de haut sur 19 de diamètre, sur les parois desquels il était facile d'estimer le nombre de racines et leur état sanitaire. Les racines de Xanthosoma présentent en effet un géotropisme quasi nul et s'étendent horizontalement à de grandes distances. Cette particularité a permis leur observation aisée sur les parois de verre du bac le long desquelles elles gagnaient les couches inférieures de sol. Très souvent d'ailleurs, au lieu de s'enfoncer, les racines amorcent un enroulement dans le plan horizontal en suivant la paroi de verre et arrivent à effectuer un tour complet du bac.

Les essais ont porté sur 21 pieds de Xanthosoma provenant d'un peuplement homogène et prélevés au lieu dit TENDEA. Par bac est apporté 6 kg de terre stérilisée par autoclavage à 120° pendant 1 heure suivie d'une exposition à l'air de 12 à 24 h. Cette terre est disposée au-dessus de 6 cm de cailloux désinfectés par une solution de MnO₄ K à 1% puis rincés à l'eau. Les cailloux étaient destinés à drainer le fond du bac pour éviter la formation d'une zone d'engorgement étant donnée l'absence d'orifice de drainage. La terre est humidifiée avec 300 cc d'eau par bac.

L'inoculation est réalisée à partir d'un homogénat obtenu par passage au mixer dans 500 cc d'eau stérile de 7 tubes de culture sur maïs gélosé âgés de 13 jours, l'excédent de gélose ayant été enlevé. L'apport par pot est de 60 cc répartie en 4 trous et est suivi d'un brassage du sol sur 10 cm de profondeur. Les tubercules sont mis en place 24 heures après ce traitement. Avant la plantation ils sont habillés, débarrassés de leurs racines, lavés à l'eau, brossés et traités $\frac{1}{2}$ heure dans une solution de Solusanigran à 2‰. Les premières racines sont visibles contre le verre 5 jours après la plantation. A ce moment une couche supérieure de terre stérile est ajoutée à chaque pot, y compris les témoins, pour assurer une répartition des racines dans toute la zone supérieure infestée. Tous les 10 jours, les pots sont arrosés par un apport de 300 cc d'eau.

Les lectures ont été faites tous les jours à partir de l'apparition des premières racines et arrêtées lorsque l'enchevêtrement des radicelles sur les parois du bac eût rendu impossible l'estimation des nouvelles poussées radiculaires.

b/ - Résultats

Les chiffres obtenus par les lectures sont donnés dans le tableau (1) illustré par les courbes du graphique (2) où la courbe (1) représente la production de racines d'un témoin sain, la courbe (2) la production totale de racines d'un taro infesté et la courbe (3) l'évolution du nombre de racines malades chez ce même Taro.

Si on compare les courbes de production de racines pour un Taro sain et un Taro malade, dans les mêmes conditions de végétation, à celle de l'infection des racines (graphique n° 2) on se rend compte des faits suivants :

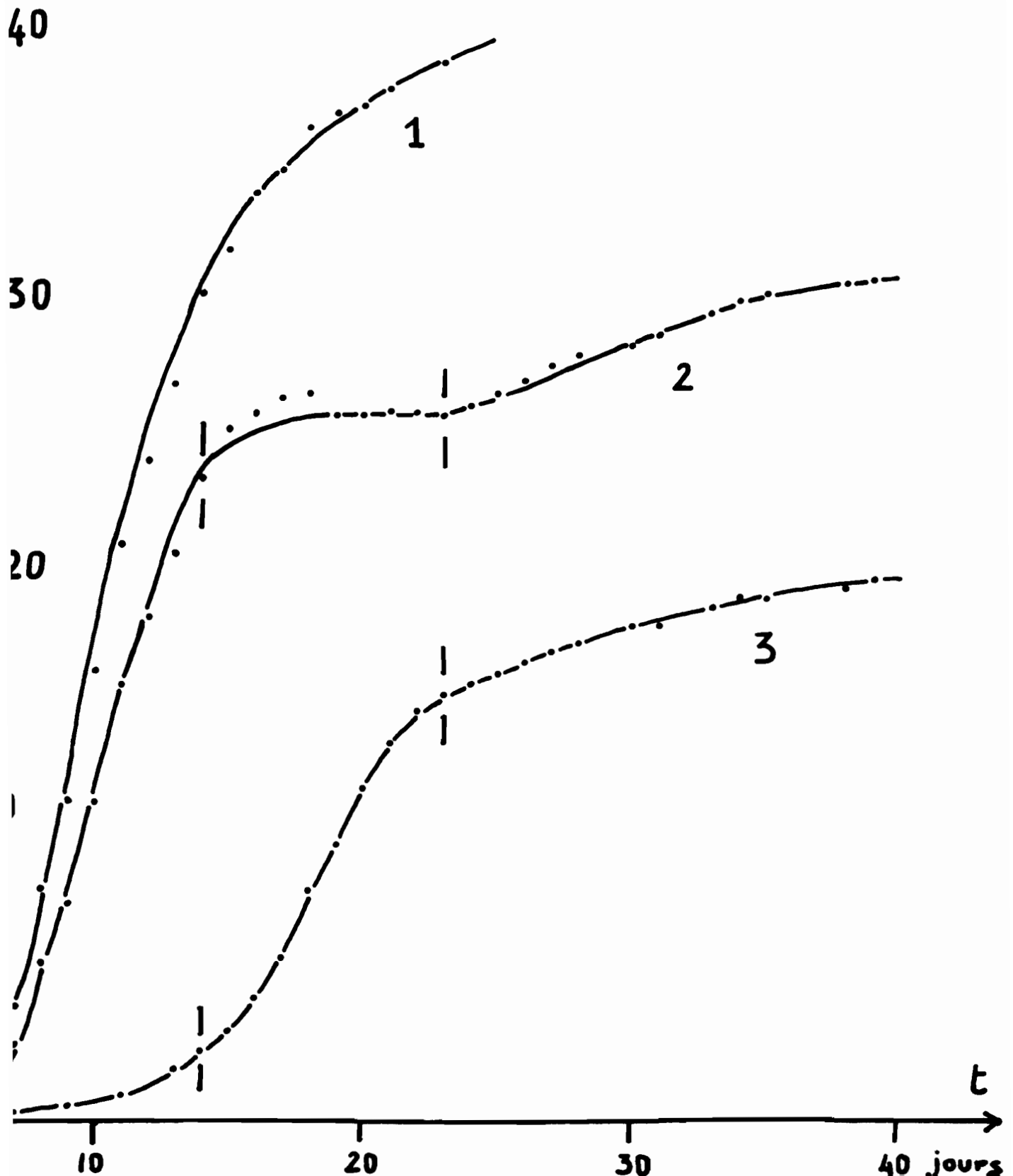
Durant les premiers temps de l'affection, soit les 15 premiers jours, les courbes de production (1) et (2) sont superposables, correspondant à la première phase exponentielle de l'affection. Quand la phase linéaire débute, elle se traduit sur la plante par un brusque arrêt de production des racines qui se poursuit jusqu'à l'envahissement de 50% des racines. A ce stade l'infection entre à nouveau dans une phase exponentielle et la plante manifeste une reprise nette de la production de racines sans toutefois, arriver au niveau des témoins.

FIGURE N° 4

Graphique 2 - Xanthosoma sagittifolium Schott - Evolution du système radicaire.

- n° 1 - Nombre total de racines pour un plant sain
- n° 2 - Nombre total de racines pour un plant infecté par *Pythium irregulare* Buisson var. *neocaledonica* Dadant.
- n° 3 - Evolution du nombre de racines malades pour ce même plant.

bre de racines



Nombre de jours	TEMOINS		MALADES				%
	Nbre de racines saines		Nbre de racines total		Nbre de racines infestées		
	Total	moyenne plant	Total	moyenne plant	Total	moyenne plant	
6,5	39	3,5	17	1,7	1	0,1	5,8
7	45	4,1	27	2,7	2	0,2	7,4
8	95	8,6	59	5,9	3	0,3	5,1
9	131	11,9	80	8,0	4	0,4	5,0
10	184	16,7	119	11,9	7	0,7	5,9
11	235	21,4	161	16,1	8	0,8	5,0
12	270	24,5	186	18,6	9	0,9	4,8
13	300	27,3	210	21,0	18	1,8	8,6
14	337	30,6	239	23,9	25	2,5	10,5
15	354	32,2	256	25,6	32	3,2	12,5
16	378	34,4	262	26,2	45	4,5	17,2
17	387	35,2	268	26,8	60	6,0	22,4
18	406	36,9	270	27,0	85	8,5	31,5
19	411	37,4	261	26,1	102	10,2	39,1
20	414	37,6	261	26,1	123	12,3	47,1
21	421	38,3	262	26,2	140	14,0	53,4
22	-	-	262	26,2	152	15,2	58,0
23	431	39,2	261	26,1	158	15,8	60,5
24			265	26,5	162	16,2	61,1
25			270	27,0	167	16,7	61,9
26			275	27,5	170	17,0	61,8
27			280	28,0	175	17,5	62,5
28			284	28,4	178	17,8	62,7
29			-	-	-	-	-
30			288	28,8	184	18,4	63,9
31			292	29,2	184	18,4	63,0
32			-	-	-	-	-
33			300	30,0	191	19,1	63,7
34			305	30,5	195	19,5	63,9
35			307	30,7	195	19,5	63,5
36			-	-	-	-	-
37			-	-	-	-	-
38			311	31,1	199	19,9	64,0
39			312	31,2	201	20,1	64,4

TABLEAU N° 1

Dans ce cas de plantation en terre infectée le taux d'infection des racines se stabilise à environ 65%. En revanche, si l'infection est faite lorsque le taro est arrivé dans la 2e zone exponentielle de production de racines le taux d'infection des racines est beaucoup plus important et atteint 80 à 90% avant que la plante ne réagisse en formant de nouvelles racines, ce qui explique les lourdes pertes enregistrées lors de l'apparition du parasite dans des cultures où l'ensoleillement permanent maintenait le Taro dans des conditions de souffrance et où sa réaction au parasite était considérablement diminuée. De plus des causes favorisantes peuvent être cherchées dans le sol lui-même dont l'équilibre biologique et les qualités agronomiques peuvent jouer un rôle dans le développement de l'affection.

C) - Influence de la nature du Sol sur la maladie

Des prélèvements et les analyses de cinq types de sols cultivés en Xanthosoma ont été faits par le laboratoire de Pédologie du Centre ORSTOM de NOUMEA à la suite d'une mission effectuée en 1955 et qui avait conduit MM. BUGNICOURT et TERCINIER dans la région de Ponérihouen-Poindinié, alors fortement touchées par la pourriture radiculaire des Taros. Les résultats obtenus n'avaient pas été publiés, seule une interprétation succincte en ayant été faite dans les rapports d'activité des deux laboratoires du Centre intéressés.

En Nouvelle Calédonie les cultures de Xanthosoma étaient implantées, surtout sur la Côte Est de l'Ile, sur un grand nombre de types de sols selon les terres disponibles dans les tribus. Sur le bord de mer les plus exploités sont les sols de plages calcaires soulevés (type sol n° 3) et les sols alluviaux marins sableux peu ou non calcaires (Région de Houaïlou sol n° 5). Les tribus installées dans les vallées ou la chaîne utilisent essentiellement pour leurs cultures vivrières les terres d'alluvions (sols n° 1 et 2) et les lithosols pierreux de pente lorsqu'ils ne sont pas occupés par les Caféiers. Dans les parties les plus défavorisées enfin on peut trouver des cultures vivrières sur les sols dérivés de formations à charbon ou Pelites (sol n° 4). Certes, il est possible de trouver d'autres types de sols utilisés pour les cultures vivrières (particulièrement dans le nord de la Grande Terre) mais les 5 retenus correspondent aux terrains les plus fréquemment utilisés par les tribus de la Côte Est du Territoire où la densité de l'implantation mélanésienne est la plus forte.

L'analyse physico-chimique de ces sols, dont les résultats sont donnés dans les tableaux (2) et (3) en relation avec l'état sanitaire des cultures de Xanthosoma qu'ils portaient, permet de définir certains des facteurs qui ont pu accélérer l'évolution de la maladie dans cette région. Parmi ces facteurs un des plus nets est l'évolution dans le sens hydromorphe du sol (Sols 1 et 2). Cet hydromorphisme dû, dans les conditions du prélèvement, à la battance de la nappe dans une plaine inondable, entraîne dans ces sols d'alluvions dérivés de Grauwackes, un déficit de saturation important d'où un abaissement corrélatif du pH, une diminution notable du phosphore assimilable accompagnés en profondeur d'une dégradation de structure et d'une élévation du rapport C/N. Tous ces facteurs ont pour résultat un déséquilibre profond de la microflore du sol. Ce déséquilibre est encore accentué par le peu d'importance des restitutions en culture de Xanthosoma la matière organique du sol n'étant ainsi que très partiellement renouvelée. Le même phénomène avait été déjà mentionné (HUGUENIN 1963) aux Iles Australes (Polynésie Française) où la dégradation par hydromorphisme des sols de Taro-dières irriguées avait entraîné un développement brutal du même parasite. Une jachère de deux ans avait permis de rétablir un équilibre biologique du sol qui, avec suffisamment de précautions, devrait pouvoir être maintenu. En Nouvelle Calédonie, ce type de sol d'alluvions constitue de très bonnes terres à Xanthosoma dans la mesure où l'évolution par hydromorphisme est combattue par diverses façons culturales : drainage par fossés, cultures en buttes, et l'équilibre biologique rétabli tout d'abord par une période de jachère suffisamment longue avec enfouissement, et maintenu ensuite par un renouvellement constant de la litière organique.

TABLEAU N° 2

	Type de Sol	Etat Sanitaire des Xanthosoma	Roche mère	Lieu de prélèvement
1	Sol peu évolué d'apport (alluvions fluviatiles) fortement hydromorphisé	malades	Alluvions dérivées de Grauwackes	Ponerihouen Mission
2	Idem Très peu hydromorphisé	sains	Idem	Idem

TABLEAU N° 2 (suite)

	Type de Sol	Etat Sanitaire des Xanthosoma	Roche Mère	Lieu de prélèvement
3	Rendzine non climatique sur plage corallienne soulevée	sains	Sable et gros débris coralliens	Tribu de Bayes
4	Sol preferrallitique lessivé sur Pelites	malades	Schistes argileux acides (pelites)	Tribu d'Omatieux
5	Sol peu évolué d'apport complexe (alluvions marines non calcaires)	malades	Alluvions marines complexes (ponce volcanique)	Poindinié Tribu de Tieti

Le sol n° 4 donne un exemple de sol podzolique très largement représenté sur la Côte Est, sur les schistes argileux acides (Pelites) de la formation à charbon. Ce sont des terres caractérisées par un humus pratiquement inactif, un coefficient de saturation faible et une pauvreté très générale en éléments échangeables et éléments de réserve. Ils portent en général un maquis à Niaouli, plus ou moins souffreteux, et du point de vue agronomique peuvent être considérés comme irrécupérables à 95%. Dans les meilleurs cas on pourrait leur appliquer un amendement phosphocalcique suivi d'une fumure potassique mais ces pratiques ne sont malheureusement pas à la portée des Mélanésiens et ce type de sol est à rejeter en ce qui concerne la culture des Xanthosoma. La plante n'y présente pas un développement végétatif normal et la pourriture à Pythium y est encore favorisée par l'abaissement du pH, l'élévation du rapport C/N et la nature de l'humus.

Il semble y avoir un déplacement de ces causes favorisantes dans le cas du sol n° 5 où plusieurs autres facteurs entrent en jeu. Il convient de rappeler tout d'abord que les racines de Xanthosoma ne pénètrent guère en profondeur et n'exploitent pratiquement, sur une grande surface il est vrai, que les 30 cm supérieurs du sol. Dans le cas de ces sols complexes avec recouvrement ce fait ne joue pas en faveur de la plante. L'horizon supérieur en effet présente une très mauvaise structure, un taux très bas en matière organique d'où une capacité d'échange très faible. Ce sol est cependant relativement bien pourvu en éléments échangeables d'où un

coefficient de saturation élevé et un pH proche de la neutralité. Ce type de sol est très cultivé sur la Côte Est de la Nouvelle Calédonie, essentiellement pour les cultures vivrières et l'apport, même moyen, de fumure minérales convenables pourrait améliorer leur productivité à condition qu'ici aussi un renouvellement suffisant de la matière organique puisse être assuré. C'est en effet l'absence de matière organique active qui a dû entraîner dans ce sol la disparition de nombre d'espèces de la microflore, intéressantes par leur antagonisme vis à vis du Pythium. Une longue jachère serait donc nécessaire pour rétablir un taux d'humus convenable, la culture des Xanthosoma pouvant ensuite être reprise dans de bonnes conditions sous un ombrage arbustif.

Le dernier sol (n° 3) donne enfin un exemple des sols de Plage calcaire soulevée. Ces terres caractérisées par un taux important de matière organique, leur richesse relative en éléments échangeables (bien que la Potasse de réserve y soit parfois nettement insuffisante) et une bonne structure, sont celles où les Xanthosoma, s'ils n'y prennent pas le développement végétatif qu'ils atteignent dans les sols d'alluvions, apparaissent comme les plus sains. Sur un sol sauvage la microflore est abondante et bien équilibrée mais les cultures sarclées y provoquent une importante consommation de matière organique et d'azote et peuvent laisser ces sols dans un état biologique assez précaire. C'est ce qui explique que dans les zones très cultivées, les Xanthosoma y présentent également des attaques de Pythium. Cette fragilité conditionne, avec la faiblesse relative en potasse, l'utilisation de ces sols pour la culture des Xanthosoma. Ici aussi une régénération sous légumineuse ne peut être que bénéfique.

Parmi les autres types de sol, plus mal représentés sur la Côte Est, mais susceptibles en zone de montagnes de porter des cultures vivrières on peut citer les sols d'érosion humifères pierreux dérivés de Flysch ou de Basaltes et plus fréquents sur la Côte Ouest. L'analyse donne pour ces sols (type col de la Pirogue) les chiffres suivants :

N° du prélèvement	MT 261		
Profondeur (cm)	0,25	CaO meq/100g	20,2
Terre fine %	89,9	MgO " "	9,65
Humidité à 105°	4,80	K ₂ O " "	0,346
Coefficient dispersion A + L	21,5	P ₂ O ₅ Truog p.p. n.	170,0
Coefficient Agrégation	48,2	T : capacité échange meq/100g	30,20
Azote Total ‰	2,60	V : coefficient de saturation	83,7
Mat. Org. Totale ‰	44,7	<u>Eléments de réserve :</u>	
C/N	10,0	P ₂ O ₅ ‰	2,31
Ac. Humique ‰	2,08	K ₂ O ‰	1,05
Ac. Fulvique ‰	2,08	CaO ‰	7,25
pH (eau)	6,20	MgO ‰	16,1

T A B L E A U N° 3

Prélèvement n°	1		2		3		4		5	
	PN 161	PN 162	PN 171	PN 172	PN 181	PN 182	PN 191	PN 192	PN 201	PN 202
Profondeur cm	0-25	30-50	0-25	35-50	0-20	25-50	0-20	30-50	0-20	25-45
Terre Fine %	99,2	99,6	100	100	60,1	76,5	82,8	98,0	100	98,5
CO ₂ Ca Actif %	-	-	-	-	9,75	11,59	-	-	-	-
Humidité à 105° %	3,57	3,66	4,42	3,82	5,35	3,89	2,10	7,72	0,78	1,52
Coefficient Disper- sion A + L	28,7	30,6	27,5	24,0	25,4	19,5	32,1	48,3	66,8	27,7
Coefficient Agré- gation	34,5	25,1	41,4	39,4	57,8	46,7	38,1	9,4	13,7	46,7
Azote total ‰	1,98	0,86	2,46	1,61	5,45	2,97	2,11	0,52	0,27	1,18
Mat. org. Totale %	37,2	22,1	47,3	27,7	90,5	46,0	51,2	11,1	4,24	27,7
C/N	11,2	14,9	11,2	10,0	9,6	9,0	14,1	12,4	9,1	13,6
Acide humique ‰	2,47	0,77	2,01	1,07	10,5	4,36	3,83	0,09	0,09	1,33
Acide fulvique ‰	4,15	3,43	3,68	3,51	9,05	6,9	7,71	3,80	0,43	1,07
pH (Eau)	5,0	4,95	6,65	5,3	7,65	8,1	4,65	4,4	6,85	7,0
CaO meq/100g	9,92	8,21	9,92	7,14	-	-	1,86	0,63	1,75	5,75
MgO " "	2,98	3,42	5,26	5,95	2,53	4,96	1,32	0,64	0,89	2,28
K ₂ O " "	0,16	0,06	0,21	0,12	0,48	0,18	0,121	0,08	0,13	0,12
P ₂ O ₅ Truog ppm	7	0	22	2	51	31	12	5	8	5
Cap. d'éch. T meq/100g	22,1	21,3	18,0	18,3	13,2	12,8	16,3	20,9	4,27	10,0
Coef. de saturation V	59,1	54,9	85,5	72,2	-	-	20,2	5,5	64,9	81,5
Éléments de réserve										
Co, P ₂ O ₅	0,85	0,80	1,17	0,84	1,24	1,04	0,41	0,24	0,75	0,84
K ₂ O	0,78	0,54	0,62	0,59	0,45	0,28	0,53	0,29	0,35	0,52
CaO	4,39	3,83	5,77	3,73	-	-	0,65	0,14	6,40	7,15
MgO	3,62	4,0	3,09	3,52	3,62	5,78	0,29	0,97	18,05	11,0

Ces sols apparaissent comme de très bonnes terres à Xanthosoma où ceux-ci présentent un état végétatif excellent et en général de bons rendements. Toutefois, leur établissement sur forte pente est un caractère limitant et nécessiterait des aménagements pour combattre l'érosion. En tout état de cause, leur bonne structure physique, leur très bon drainage interne, leur équilibre en éléments assimilables (peut être un peu faible en Potasse) font de ces sols de bonnes terres à Xanthosoma, moyennant quelques précautions destinées à assurer la conservation des couches superficielles du sol.

En conclusion, les facteurs qui seraient susceptibles de favoriser l'action du Pythium sont de deux ordres : tout d'abord ceux entraînant une dégradation de l'équilibre biologique du sol et permettant aussi un développement important du parasite; ce sont le plus souvent l'évolution par hydromorphisme du sol, l'acidité et la nature de l'humus. Une deuxième série de facteurs est constituée par ceux agissant sur l'état général de la plante; en premier lieu vient l'exposition en plein soleil, facile à combattre en plantant sous couvert, puis la fertilité du sol. Un autre facteur favorisant semble être la pratique des sarclages qui entraînent des dommages aux racines superficielles, constituant aussi des portes d'entrée facile au parasite et contribuant également à affaiblir le plant.

Un certain nombre de types de sols seraient donc plus favorables que d'autres à l'extension de la maladie. Toutefois, il apparaît que, s'il est peut être possible d'exercer une certaine action préservatrice par le choix des surfaces cultivées, les amendements calciques ou phospho-calciques, c'est essentiellement par des techniques de culture appropriées (ombrage, drainage, plantation en buttes, plantes associées) et la recherche de variétés résistantes que le problème posé en Nouvelle Calédonie par la présence du Pythium irregulare pourra être résolu.

D) - Conservation du parasite dans le sol

La durée de conservation du parasite dans le sol conditionne en partie les moyens de lutte qui pourront être employés et particulièrement la durée de jachère en absence de Xanthosoma. Les essais effectués au Laboratoire d'inoculation à d'autres plantes vivrières : Ignames, Patates douces, Pomme de Terre, étant restés négatifs il est probable que la spécialisation aux Aroïdées de l'espèce en cause est forte, sinon totale. Par durée de vie, il faut entendre durée de vie du mycelium actif. Il est en effet difficile d'estimer la longévité des oospores présentes dans le sol et dont le rôle comme inoculum ne saurait être négligé. Cette longévité est beaucoup plus forte et, abstraction faite des difficultés expérimentales de germination, dépasse au moins 12 mois comme il a été possible de s'en rendre compte en testant la vitalité de cultures âgées, restés sous huile minérale et constitués presque essentiellement d'oospores, le mycelium vivant ayant à peu près disparu. Dans les conditions naturelles, ce laps de temps peut être réduit mais en tout état de cause, reste certainement supérieur à la longévité du mycelium actif.

1) - Mise en culture et contrôle

40 g. d'horizon superficiel (1 - 20 cm) sont placés en Erlenmeyers de 200 cc et stérilisés par autoclavage. L'inoculation est faite par apport de 10 cc d'un homogénat de culture et les contrôles effectués chaque semaine par prélèvement d'un Erlenmeyer et isolement du Pythium par semis de Terre sur gélose nutritive acide. Une réhumidification du sol a été faite la 5ème semaine.

L'essai a porté sur 2 types de sols :

- Sables coralliens humifères prélevés à l'Anse Vata correspondant au sol de plage calcaire soulevée.
- Sol de Schistes pourris provenant de Ducos. Ce type de sol est fréquemment utilisé pour les cultures vivrières mais leur situation en pente nécessite des aménagements anti-érosifs.

2) - Résultats

Les isollements ont été positifs durant 8 semaines. La 9e semaine respectivement 2 et 1 Erlenmeyers ont été négatifs et aucun isolement n'a pu être obtenu ensuite (Tableau n° 4)

Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Terre I	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Terre II	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-

Terre I : Sable corallien humifère I.F.O.

Terre II: Schistes pourris Ducos.

En sol nu on peut donc estimer à environ 3 mois la longévité du mycélium actif du *Pythium*. En conditions naturelles cette durée doit certainement être augmentée du fait des apports de matière organique nouvelle. Cependant cette durée de vie relativement brève a permis le développement de méthodes de lutte, aux Iles Eawaii en particulier, où on a tenté d'associer à ce facteur la sensibilité du *Pythium* au rayonnement et à la dessiccation solaire.

E) - La sensibilité variétale

Les 4 variétés de *Xanthosoma* présentes en Nouvelle Calédonie s'étant révélées pleinement sensibles au parasite, des essais ont été faits sur du matériel végétal d'origine extérieure dans le but de rechercher des cultivars résistants ou tolérants au parasite.

Une première prospection avait été entreprise en 1958 par F. BUGNICOURT qui introduisit un certain nombre de variétés de *Xanthosoma* en provenance de Nouvelle Guinée et des Iles Fidji. Malheureusement en 1962 aucune trace de ces introductions n'a pu être retrouvée.

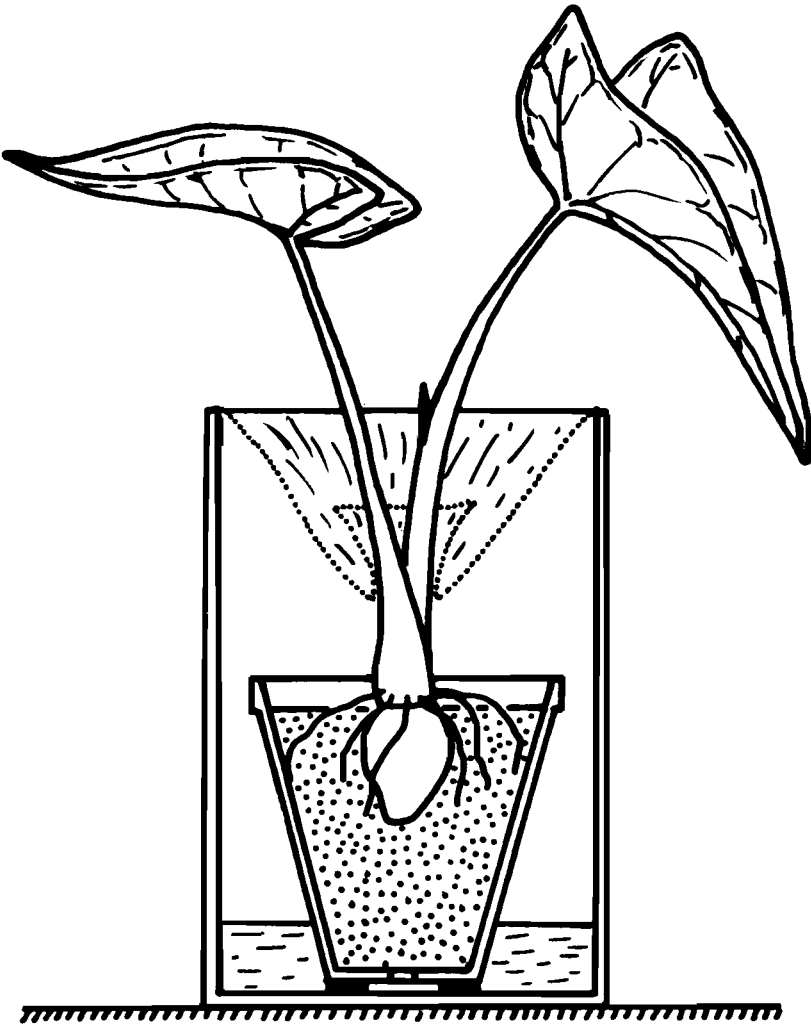
La collection de *Xanthosoma* du laboratoire a été alors complétée, grâce à la Commission du Pacifique Sud, par un envoi de 15 variétés fait par l'Impérial College of Agriculture de Trinidad. Ces Taros ont été multipliés au Laboratoire dans des conditions de culture cependant limitées et la C.P.S. a pu faire une première distribution de rejets essentiellement vers la Micronésie.

Ces variétés sont les suivantes :

N° du cultivar	Nom de la Variété	Origine	Caractères
06/58	1 Bamboo Cocos	Jamaïque	Petiole vert, limbe vert
10/57	2 Grombay	St. Vincent	Petiole violet, limbe vert
22/57	3 ?	La Barbade	Petiole vert rosé, limbe vert
26/47	4 Deuil	St. Domingue	Petiole mauve, limbe marbré
21/58	5 Vinola	Porto Rico	Petiole violacé, limbe marbré
01/57	6 Headlow	Tobago	- -
44/57	7 Lavé Chaudière	St. Domingue	Petiole vert, limbe vert
12/57	8 Nut Eddoes	La Barbade	Petiole vert, limbe vert
22/58	9 Inglesa	Porto Rico	Petiole violacé, limbe marbré
35/57	10 Jamaica Tannia	St. Domingue	Petiole vert violacé, limbe marbré.
06/57	11 Nut Eddoes	St. Vincent	Petiole vert, limbe vert
20/58	12 Rascana	Porto Rico	Petiole vert, limbe vert
07/56	13 Button Tannia	Trinidad	Petiole vert, limbe vert
15/57	14 Coura Tannia	Trinidad	Petiole vert glauque, limbe vert
11/57	15 Molkon	Trinidad	Petiole violacé, limbe marbré

FIGURE N° 6

Schema 1 - Dispositif utilisé pour les cultures de Xanthosoma sur Vermiculite stérile pour éliminer les infections accidentelles.



Du point de vue spécifique, ces cultivars ne se rattachent pas tous à l'espèce Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott. La confusion qui existe du fait du polymorphisme des espèces de Xanthosoma à tubercules empêche d'assigner à tel ou tel cultivar une identité spécifique bien précise. Il semble toutefois que le cultivar 22/57 puisse être rapporté à l'espèce Xanthosoma caracu Koch & Bouché (Gooding & Campbell 1961). Les cultivars 11/57 (Molkon), 12/57 (Nut Eddoes) et 06/57 (Nut Eddoes) appartiennent certainement à une autre espèce. L'identité des 11 autres cultivars reste incertaine, beaucoup d'entre eux semblant toutefois rattachables au X. caracu.

(1) - Technique mise en Oeuvre

Pour permettre de reproduire la maladie dans des conditions de culture aussi standardisées que possible, un certain nombre de techniques ont été mises au point :

a/ Inoculation sur racines nues

Cette méthode consiste à faire produire à un tubercule ses racines dans un cristalliseur rempli d'eau et à effectuer l'inoculation en plaçant un fragment de culture en contact avec la racine. Le pourcentage de réussite avec cette méthode est de 100%, mais elle présente des inconvénients sérieux qui restreignent son emploi à l'étude préliminaire des modalités de pénétration.

b/ Inoculation en culture hydroponique

Les plants sont cultivés sur un milieu inerte (en l'occurrence de la Vermiculite expansée Verm. Agri. Vilmorin) et irrigués avec une solution nutritive de composition suivante (Crone modifié Rovira 1956).

KH ₂ PO ₄	1,0 gr)	
KCl	7,0	(
Ca SO ₄	2,5	)	1,5 g du mélange pour 1
Mg SO ₄ , 7OH ₂	2,5	(	litre d'eau
Ca ₃ (PO ₄) ₂	0,5)	
Fe PO ₄	0,5	(
KNO ₃	2,0)	

Etant donnée la forte capacité de rétention de la vermiculite, un arrosage léger chaque jour avec cette solution (quelques dizaines de centimètre cube) suffit à assurer au plant une croissance normale. Une fois par semaine une quantité d'eau plus importante est apportée pour imbiber la vermiculite.

L'inoculation est faite dans quatre trous réalisés en utilisant un tube à essai enfoncé dans la vermiculite et laissé en place jusqu'à l'inoculation. L'inoculum est réparti dans ces trous. Il est préparé par passage au mixer d'une culture de 12 jours sur Maltea 1% liquide en bouteille de Roux. L'homogénéat obtenu en suspension dans 200 cc d'eau stérile est réparti à raison de 50 cc par trou. Cette inoculation est faite au moment où le jeune plant de Xanthosoma déploie sa 2^e feuille.

Cette méthode est apparue comme très utile pour l'étude des modalités d'infection des racines. Il est très facile en effet de séparer la Vermiculite des racines et on peut observer in situ les pénétrations sans être gêné par des particules terreuses.

Mais une difficulté rencontrée fréquemment est l'infestation rapide de la vermiculite imbibée d'éléments nutritifs par des saprophytes banaux dont l'action antagoniste vis à vis du Pythium n'est à dédaigner. Pour pallier cet inconvénient les plants, placés en pots de 25 cm étaient eux-mêmes placés dans des bacs en verre, la base immergée pour assurer une irrigation par capillarité, le sommet du bac étant obturé par un tube de polyéthylène refermé autour de la base des pétioles. Il a été possible de cette manière de conduire des cultures, essentiellement sur vermiculite, sans réensemencement important. Toutefois, ce système présente l'inconvénient d'interdire un accès facile aux racines et ne peut donc être utilisé que pour l'observation des stades finaux de l'affection (Schéma n° 1)

c) Inoculations en pleine terre

Cette méthode a été adoptée pour les études de sensibilité variétale. Les plants de Xanthosoma sont conduits dans des bacs en ciment d'environ 0,08 m³. Le sol est un mélange égal de sol de schiste pourri et de sable siliceux, ce dernier étant destiné à compenser la trop forte compacité du sol de schiste pourri.

Variétés testés : Bamboo Cocos (n° 1), Deuil (n° 4), Vinola Porto Rico (n° 5), cultivar 22/57 (n° 3), Grombay (n° 2)

Traitement du sol : Stérilisation du sol par arrosage à l'eau formolée à 5% à raison de 4 litres par bac. Le sol est recouvert d'une bache durant 8 jours puis laissé reposer 1 mois avant la première plantation. Avant la plantation un apport d'engrais léger est fait pour assurer un bon départ de végétation (Urée + Superphosphate).

Traitement des boutures : Les boutures sont habillées, c'est-à-dire les pétioles coupées à 10 cm de leur base, toutes les racines coupées au ras du tubercule, ce dernier étant brossé sous un courant d'eau pour enlever toute la terre adhérente et les restes des anciens pétioles. Il est ensuite désinfecté par immersion totale durant ½ heure dans une solution à 2% de Solusanigran, la plantation intervenant après 24 heures de ressuyage à l'ombre.

Infection du sol

La première infestation du sol se fait selon le processus déjà mentionné par mélange à la couche superficielle de 300 cc d'un homogénat de culture dans l'eau stérile, les cultures employées étant âgées de 8 jours (culture en boîte de Roux sur Maltea 1% liquide).

Les réinoculations successives sont faites, pour ne pas déranger les racines, par simple arrosage avec cet homogénat puis recouvrement avec de la terre stérile.

2) - Difficultés rencontrées

Au cours des essais effectués, un certain nombre de problèmes se sont posés qui ont nécessité l'arrêt momentané des essais en attendant la construction d'une serre d'expérimentation.

Le premier facteur limitant était la place disponible. Les essais ont été conduits sous un abri léger dans des bacs en ciment, 6 bacs étant disponibles. La nécessité de prévoir les témoins ne rendait possible que des essais sur 3 variétés.

Le temps est aussi un facteur limitant. Les *Xanthosoma* sont des plantes pratiquement pérennes et les premières tubercules ne se forment que 8 à 14 mois après la plantation selon la précocité des variétés. En l'occurrence en effet, les estimations d'attaque par comptage de racines malades devaient être accompagnées d'une estimation de rendement pour pouvoir juger de l'intérêt économique de la variété. Ce fait rendait nécessaire l'utilisation simultanée de 4 bacs par variété testée : 1 pour le témoin sain, 1 pour le plant devant servir à estimer le rendement en présence du parasite, et 2 pour les plants devant servir au comptage de racines malades. Étant donnée la place disponible cela imposait l'essai d'une seule variété à la fois. Les bacs prévus dans la serre d'expérimentation (au nombre de 13) permettront de tester au moins 4 variétés simultanément dans des conditions de culture (volume de terre disponible, protection) supérieures à celles disponibles jusqu'à présent.

Enfin un troisième point important était le problème du maintien d'une part, d'un état sanitaire satisfaisant des témoins, d'autre part d'un niveau d'infection convenable dans les bacs infectés. Un premier problème était donc la lutte contre les insectes parasites des *Xanthosoma*. Deux sont gênants par les dégâts qu'ils occasionnent, il s'agit de la chenille du *Prodenia litura* (Noctuidae polyphage très fréquente en Nouvelle Calédonie) et d'un Acarien dont les pullulations à la face inférieure des feuilles de *Xanthosoma* entraînent un gaufrage des feuilles et un affaiblissement de la plante. Un autre Acarien (Urodiaspidae) s'attaque aux parties souterraines des *Xanthosoma* et d'autres cultures (racines, tubercules) mais ne semble pas répandu dans la région de Nouméa. La lutte contre les Acariens est relativement aisée mais les pullulations de *Prodenia litura* sont quelquefois très

brutales et les chenilles broutant l'épiderme des feuilles et le parenchyme occasionnent des baisses de végétation sensibles. L'action de ces parasites devrait être éliminée par l'emploi de la serre.

La nécessité également de grouper dans un espace réduit les cultures a entraîné une infestation des bacs témoins par le parasite. Cette infestation a pu avoir lieu soit par des projections à l'arrosage, soit par l'intermédiaire des fourmis dont la présence est souvent gênante et contre lesquelles il est difficile de lutter. Ces infestations des témoins ont faussé les essais dans au moins un cas.

Un autre problème est la nécessité de maintenir dans les conditions artificielles de culture en bac un taux d'infestation suffisant dans les bacs inoculés pour se rapprocher le plus possible de conditions naturelles où le Pythium trouve constamment un renouvellement de la matière organique qui permet sa vie saprophytique. Pratiquement, compte tenu de la survivance du parasite dans un sol sans culture, un réensemencement tous les deux mois est suffisant.

3) - Résultats partiels obtenus. Conclusions

Compte-tenu de l'infestation des témoins pour les causes relevées plus haut, les résultats obtenus sur les 5 variétés testées sont difficilement exploitables. Cependant 2 variétés ont manifesté une tolérance certaine au parasite par rapport aux autres cultivars.

Les résultats peuvent être résumés dans le tableau suivant :

CULTIVARS		ETAT VEGETATIF		RACINES	
Nº	Nom	Témoins	Testés	Sévérité d'attaque	Sensibilité
06/58	Bamboo Cocos	bon	Retard	+++	Sensible
10/57	Grombay	bon	Retard	+++	sensible
22/57	?	bon	Moyen	++	tolérant
26/57	Deuil	Infecté	Mauvais	+++	sensible
21/58	Vinola	bon	Bon	+	tolérant

Les sévérités d'attaque des racines ont été estimées selon le barème suivant :

0 - 10 % de racines malades : 0
 10 - 20 % " " : +
 20 - 40 % " " : ++
 + de 40 % " " : +++

.../...

Ces essais doivent être repris dès l'achèvement de la serre mais devraient ensuite être poursuivis sur le terrain et demanderaient alors la mise en oeuvre de moyens qui sont du ressort des Services Techniques Territoriaux. Il faut à ce sujet remarquer que Mr. Bugnicourt, dès 1956, avait préconisé la création dans une zone infestée, d'une parcelle d'expérimentation où pourraient être regroupées les variétés calédoniennes de Xanthosoma et recherchés des moyens de lutte par voie agronomique (amendements, façons culturales). Rien n'a cependant été fait par le Territoire dans ce domaine.

F) - La maladie sur Taro d'eau : Colocasia esculenta Schott

C'est aux Iles Haxai que les premiers cas de pourriture radiculaire des Taros d'eau ont été signalés dès 1902. Par la suite, une épidémie s'est déclarée en 1958 dans l'île de Rurutu (Iles Australes - Polynésie Française) et depuis des cas ont été relevés à Tahiti de manière sporadique pendant que l'épidémie gagnait l'île de Raivavae (Iles Australes). Des cas ont également été signalés sur Xanthosoma mais ne présentent aucun caractère d'urgence, ce Taro étant peu cultivé en Polynésie par rapport au Taro d'eau. En Nouvelle Calédonie un cas a pu être relevé (Port Laguerre 1961) d'attaque du Pythium sur Colocasia. Les observations de symptômes ont pu être faites sur place au cours d'une mission dans l'île de Rurutu (septembre-octobre 1962) à une époque où un net relèvement de la situation sanitaire se manifestait déjà. Un premier rapport (HUGUENIN 1963) avait donné les premières conclusions tirées de l'étude sur le terrain.

1/ - Conditions de culture du Colocasia

Dans l'île de Rurutu et dans les autres îles de Polynésie Française qui ont maintenu les systèmes traditionnels de culture les Taros sont cultivés sur des parcelles atteignant parfois 1 are, appelées "Pai". Ceux-ci sont disposés de manière très ingénieuse selon les accidents du terrain et les courbes de niveau de manière à ce que les eaux d'irrigation provenant d'un captage sommaire du ruisseau, puissent passer successivement dans toutes les parcelles. Le plan d'eau est selon les variétés maintenu à un niveau variable, certains Taros demandant un plan d'eau assez bas, d'autres par contre ne poussant bien qu'en culture pratiquement submergée.

Le nombre de cultivars de Colocasia présents en Polynésie et pouvant être rapportés soit à Colocasia esculenta Schott, soit à Colocasia antiquorum Schott (quoique la distinction entre ces 2 espèces puisse paraître parfois douteuse) est important. Dans l'île de Rurutu, 10 cultivars sont présents, différents entre eux par leur précocité et leurs exigences en eau :

Variétés précoces :

Mana Vani	: 6 mois de culture
Nui mata	: 6 mois de culture
Amoa Ura Ura	: 8 mois de culture.

Variétés tardives :

Apo ere ere	:	12 mois de culture
Apo uri moana	:	12 mois de culture
Apo uri vareau	:	12 mois de culture
Taro Raiatea	:	12 mois de culture
Mapura	:	12 mois de culture
Amoa ere ere	:	12 mois de culture
Puriau	:	24 mois de culture

Les parcelles contiennent de 4 à 500 plants appartenant ou non à la même variété mais d'exigences culturales identiques et ne connaissent jamais ni jachère ni fumure ou amendement quelconque.

Les travaux de préparation du sol consistent en un labourage par retournement de la terre de surface enherbée et asséchée sur 20 à 25cm de profondeur. Le sol travaillé est alors recouvert sur une seule épaisseur de feuilles sèches de cocotier. L'eau est ensuite amenée sur la parcelle dans le but de l'ameublir par détrempe et de provoquer la germination des adventices dont la croissance est ensuite arrêtée par la présence du paillage de feuilles de Cocotier. 5 à 6 jours après est effectué le piquetage au pieu, les espacements variant de 25 à 65 cm selon les variétés. La bouture est alors mise en place. Elle est préparée par excision du tubercule à environ 2 cm en dessous du collet puis habillée par enlèvement des feuilles mortes, section des pétioles à 30 - 40 cm et bien lavée à l'eau courante des canaux d'irrigation. Elle est mise en terre sans rebouchage du trou pour permettre une meilleure formation du tubercule. Le paillage établi après le labour est conservé et dure toute la culture évitant en saison chaude la dessiccation superficielle du sol et la repousse des adventices. Suivant les variétés cultivées l'eau est amenée sur les parcelles au fur et à mesure de leurs exigences.

2/ - Symptômes de la maladie et évolution

Contrairement à ce qui se passe pour les Xanthosoma, la pourriture du tubercule est la règle dans les attaques de Pythium sur Colocasia. Cette pourriture démarre en général de la base du tubercule et remonte vers son sommet. Les effets sur le feuillage n'apparaissent que lorsque le front d'attaque du Pythium et de son cortège de saprophytes a atteint la partie médiane du Rhizome.

Si l'infection est précoce, ce stade est atteint après 4 mois de plantation. A ce moment, les feuilles pâlisent, la production des jeunes limbes se ralentit puis s'arrête, précédant à brève échéance la mort du plant. Il n'est pas rare à ce stade d'observer des tubercules entièrement détruits par une pourriture molle malodorante.

Dans le cas des Colocasia, l'évolution fatale semble être la règle à moins que l'attaque ne soit décelée à temps et que l'on puisse sauver la bouture. Les 2 premières années de l'attaque (1958-1959) les dégâts ont été si importants à Rurutu que la totalité des Tarodières des districts infectés ont été abandonnées. La culture n'a été reprise qu'en 1962 sur ces Tarodières et à la fin de l'année les plants de Taros présentaient un bon état végétatif.

3/ - Sensibilité variétale

Peu d'études ont été faites jusqu'à présent sur la sensibilité des Colocasia à cette affection. Aux îles Hawaï une variété locale avait été reconnue tolérante au parasite. A Rurutu même, toutes les variétés présentes se sont révélées sensibles, une seule Amoa ere ere présentant, du fait de sa grande vivacité, une tolérance marquée. Il est possible qu'une inspection soigneuse du stock de Colocasia présent en Nouvelle Calédonie et aux Nouvelles Hébrides permette la sélection de cultivars résistants à l'affection et qui pourraient permettre une reprise générale de la culture des Colocasia sur de nouvelles bases.

En ce qui concerne les études de Laboratoire et les Techniques celles déjà décrites pour les Xanthosoma sont totalement transposables. En particulier les mesures de dynamique radicaire sont à peu près identiques pour les deux Taros et les résultats obtenus parfaitement valables pour les Colocasia.

4/ - Influence des conditions de sol sur la maladie

Les sols de culture du Taro d'eau dans l'île de Rurutu sont, pour la plupart, des sols colluviaux dérivés de basaltes, d'assez grande épaisseur et supportés soit par la roche en place (district de Moerai : tarodières de fond de vallées) soit par la dalle corallienne soulevée (district d'Avera : tarodières de bord de mer). Dans les deux cas la structure physique des sols est profondément dégradée par l'inondation quasi permanente qui amène à faible profondeur la formation d'un horizon à gley. d'après G. TERCINIER, Pédologue du Centre, la structure physique de ces sols présente la caractéristique, au séchage au Laboratoire et à un degré moindre lors d'une exondation en place, de s'améliorer, la reoxydation du fer entraînant une neoformation d'agrégats - les chiffres présentés dans le tableau suivant (relatif à un sol de l'île de Tubuaï quasi identique à ceux de Rurutu) doivent donc être interprétés dans l'optique d'une modification artificielle de la structure physique par rapport à celle effectivement observable in situ - En particulier le taux de dispersion demande à être relevé, corrélativement celui d'agrégation ayant un niveau beaucoup plus bas que celui mesuré.

Type de sol	Profondeur	Description
Sol humique à gley sur substratum non corallien	0 - 15	Horizon organique à taches ocres (mouvements du fer) de pseudo gley structure polyedrique grossière - Texture argileuse
	25 - 35	Horizon grisâtre passant au bleu - Zone de battance de la nappe aménagée - Présence d'Humus pailleux Structure prismatique - Sol compact très lourd -

Prélèvement n°	TUB 61	TUB 62	Prélèvement n°	TUB 61	TUB 62
Profondeur	0-20	35-60	CaO neq/100 g	8,56	7,96
Terre fine %	99,8	97,1	MzO " "	4,23	4,04
Humidité à 105%	9,8	8,7	K ₂ O " "	1,01	0,516
Coefficient de dispersion A + L	5,9	6,8	Capacité d'échange T neq/100 g	39,7	33,1
Coefficient d'agregation	85,8	80,2	Coefficient de saturation V	34,8	37,8
Azote total ‰	7,4	4,83	P ₂ O ₅ Truog (ppm)	55	45
Mat. org. totale ‰	151	102	Reserves ‰		
C/N	12,5	12,2	P ₂ O ₅	6,24	5,58
Ac. humique ‰	6,28	1,54	K ₂ O	0,64	0,38
Ac. fulvique ‰	11,2	5,67	CaO	2,60	2,49
pH (eau)	4,25	4,35	MgO	3,52	3,21

Les caractères présentés par ces sols, compte tenu des remarques déjà faites sont donc, du point de vue physique, une valeur très basse du pH (le pH du sol en place est en réalité plus élevé que celui mesuré au Laboratoire, cet abaissement étant une conséquence de la réoxydation du sol au séchage), une structure fortement dégradée manifestée en place par la compacité du sol et sa structure polyedrique à **prismatique** en **profondeur**, indices de dispersion des argiles.

La battance de la nappe à faible profondeur et l'évolution par hydromorphisme entraîne dans le profil des conditions d'anaerobiose défavorables à un bon équilibre biologique du sol. Ces conditions entraînent également une évolution fulvique assez marquée de la matière organique, une forte proportion des réserves organiques du sol étant ainsi bloquées. En revanche ces sols sont riches en éléments échangeables et particulièrement en Potasse et Phosphore, cette richesse étant due à la pratique annuelle d'enfouissement des paillages de Cocotier.

En tout état de cause on retrouve ici aussi les facteurs favorisants relevés pour les Xanthosoma = évolution par hydromorphisme du sol entraînant des conditions d'anaerobiose, pH acide réduisant l'activité des antagonistes bactériens et gênant l'évolution humique de la matière organique, cet ensemble de facteurs entraînant une dégradation biologique du sol, déséquilibre qui n'a pu qu'être favorable au Pythium.

Dans ce cas également ce sont ces causes favorisantes qui conditionneront les mesures de lutte à envisager.

IIIe PARTIE

LE PARASITE :

Pythium irregulare Buisman var. neocaledonica Dadant

A) - Etude systématique - Description

La première détermination du Pythium responsable de l'affection a été faite par DADANT (1953) qui l'avait rapproché du Pythium irregulare Buisman. Un certain nombre de différences morphologiques et bionétriques l'avait amené à proposer la création pour cette espèce d'une variété nouvelle sous le nom de Pythium irregulare Buisman var. neocaledonica Dadant. La publication de cette nouvelle variété (Dadant 1953) sans diagnose latine entraîne son invalidité selon les Règles Internationales de Nomenclature. Une validation du nom doit donc être faite s'il est appelé à être conservé.

Le rapprochement fait par Dadant entre l'espèce incriminée et le Pythium irregulare Buisman était basé essentiellement sur la similitude des caractères morphologiques (cf tableau de comparaison). Un fait est cependant à relever, c'est l'extrême rareté des formes de reproduction asexuée. Pratiquement cette forme est inconnue et a été seulement soupçonnée une fois dans une culture en milieu agité à pH 4, 0 où, à côté de l'inoculum, est apparu brusquement un grand nombre de colonies secondaires de très petite taille laissant ainsi présager leur origine à partir de zoospores. Ce phénomène, provoqué probablement par un ensemble de circonstances fortuites, n'a pu être renouvelé et tous les essais de production des sporanges sont restés négatifs. Les caractères de paragynie des anthéridies, leur nombre, l'ornementation des oogones permettait cependant de rapporter avec certitude au Genre Pythium Pringshein (1858) le champignon considéré. La seule incertitude reste l'identité spécifique de ce Pythium avec le P. irregulare, cette incertitude ne pouvant être levée que par l'observation des sporanges.

1/ - Essais de production des sporanges

Les essais tentés ont employés des techniques dérivées de celles de divers auteurs et particulièrement Butler et Waterhouse.

Les techniques utilisées ont été les suivants :

(1) - Culture sur limbes foliaire en milieu liquide

Des limbes foliaires de Paspalum sp., Saccharum sp., Cynbopogon sp. sont inoculés avec un fragment de gélose dans l'eau stérile d'une boîte de Petri. Ces fragments foliaires ont subi une ébullition dans l'eau durant 10 minutes.

Une semaine après l'inoculation, le mycelium s'étant développé, l'eau est changée 3 fois à une demi-heure d'intervalle et le mycelium est observé à partir de ce moment.

(2) - Culture en eau stérile

Un carré de gélose portant du mycelium est placé en boîte de Petri dans 1 cm d'eau stérile. Cette eau est changée après une semaine comme précédemment.

(3) - Culture aérée

La même technique est employée mais en Erlenmeyer avec barbotage d'air stérile (générateur de bulles d'aquarium + filtre de coton) le pH du milieu aqueux étant ajusté à diverses valeurs de pH 4,0 à pH 8,0.

(4) - Dans les divers essais précédents l'eau stérile a été remplacée :

- par la solution de Petri (pH 5, 9)
- de l'eau non stérile provenant de l'alimentation urbaine
- de l'eau désionisée
- de l'eau de marécage filtrée sur filtre au sable

(5) - Fragment de culture en eau courante

Un fragment de gélose porteur d'un mycelium âgé d'une semaine est fixé par un fil sur une lame porte objet. La lame est exposée à une irrigation continue d'eau du robinet et examinée pour la production des sporanges.

(6) - Des essais ont également été faits en cellules de Van Tieghem et en laissant la totalité d'une culture en boîte de Petri, submergée.

Dans aucun cas la production de sporanges n'a pu être observée.

Il n'est donc pas possible de tenter une détermination de l'espèce incriminée sur la base de la morphologie des sporanges, base classique de la détermination des Pythium.

La production de zoosporanges aurait présenté, de plus, l'intérêt de permettre une étude du comportement sexuel du Pythium. L'honothallisme mycélien constamment démontré au cours des isollements par culture à partir d'une extrémité d'hyphe, demande en effet à être complété par une preuve de l'honothallisme du mycelium issu de zoospores.

2/ - Description et comparaison des espèces

Deux souches de Pythium irregulare ont pu être obtenues, pour servir de comparaison, du Centraalbureau voor Schimmelcultuur de Baarn et du Commonwealth Mycological Institute. Les mensurations effectuées sur ces souches ont montré leur identité avec les descriptions données par Middleton (1943) dont les mensurations sont prises comme référence. Les comparaisons portent (Tableau n° 5 et 6) sur le P. irregulare de référence et les Pythium isolés de Xanthosoma et de Colocasia (souches M 16 et M 20). Une description complète du parasite des Taros a été publiée par DADANT (1953) et est suffisamment précise pour ne pas demander à être complétée. Cette description est basée sur du matériel en culture sur milieu gélosé à base de farine de Maïs. Nous la reprendrons ici en ne modifiant que quelques mensurations :

- Mycelium aérien : abondant, ramifié, hyalin, coenocytique de diamètre moyen $4,1 \mu$ ($1,6 - 6,6 \mu$) (Dadant $3,45 - 5,52 \mu$ moy. $4,16 \mu$). Présence de corps allantoïdes $8 \times 25 \mu$, s'agrégeant parfois par groupe de 10 à 60 pour former des appressoria de 120μ de dimension moyenne.
- Mycelium immergé dans le milieu : Rare, peu ramifié, hyalin, coenocytique de diamètre moyen $6,5 \mu$ ($5,1 - 7,7 \mu$); sans caractères particuliers.
- Fructifications : Très nombreux oogones, souvent terminaux, sphériques de diamètre moyen $27,5 \mu$ ($22 - 37,5 \mu$). Paroi mince, ornementée de 0 à 10 épines cylindriques à sommet arrondi (1 à 2 en moyenne).

Anthéridies parfois ramifiées, filiformes, monoclines à ~~di-~~clines en disposition épigyne le plus souvent, $1,6 - 2,4 \times 16,6 - 19,8 \mu$ moyenne $1,9 \times 18,3 \mu$. Le pédicelle est allantoïde et le contact de la cellule antheridiale est apical.

De cette description et de la comparaison (tableau 5 et 6) avec le Pythium irregulare Buisson on peut donc tirer les conclusions suivantes:

- Dans la mesure où des observations de sporanges confirmeront cette identification, les caractères morphologiques permettent de grouper les 2 Pythium sous la même étiquette spécifique.

- Les différences relatives aux dimensions des organes sexuels autorisent la séparation du Pythium des Taros dans le complexe P. irregulare par adoption d'une variété nouvelle "ad interim", l'existence de cette variété étant en effet liée à la confrontation des organes de reproduction asexuée.

FIGURE N° 7

Planche photographique n° 2 - Pythium irregulare Buisman var. neocaledonica
Dadant.

- (1) Oogones et antheridies
- (2) Antheridie dicline. L'oogone en bas à gauche présente une ornementation.
- (3) Oogones, antherides et oospore. En bas à gauche noter l'ornementation.
- (4) Oogone et Oospore aplerotique.

TABLEAU N° 5

Comparaison des caractères morphologiques

	Pythium irregulare	Pythium sp
<u>SPORANGES</u>	Présents	Inconnus
<u>OOGONES</u>	Sphériques, intercalaires parfois terminaux - Ornementation irrégulière par 0 à 5 épines cylindriques obtuses	Sphériques, intercalaires à souvent terminaux - Ornementation par 0 à 10 épines moy. 1 - 2) cylind.
<u>ANTHERIDIÉS</u>	1 à 4 par oogone - Monoclines (rarement diclines) épigynes, pédonculées, allantoides - Cellule sexuelle clavulée à contact apical	1 à 5 par Oogones, filiformes, epigynes - cellule anthéridiale clavulée à contact apical - Pédicelle allantoides
<u>OOSPORES</u>	Aplérotiques, paroi lisses	Aplérotiques, parois lisses
<u>MYCELIUM</u>	Sans caractères particuliers	Présence de corps allantoides

TABLEAU N° 6

Comparaison des caractères biométriques

	P. irregulare s. Middleton	P. irregulare var. Colocasia	P. irregulare var. Xanthosoma
HYPHES ϕ	2,6 - 7,9 μ	2 - 6,6 μ	1,6 - 6,6 μ
SPORANGES ϕ	10 - 26,7 μ	Inconnus	Inconnus
Moyenne	18 μ	-	-
OOGONES ϕ	9,6 - 28,3 μ	26,7 - 29,8 μ	22 - 37,5 μ
Moyenne	17,8 μ	28 μ	27,5 μ
OOSPORES ϕ	8,1 - 25,2 μ	20,4 - 23,5 μ	13,6 - 32 μ
Moyenne	15,4 μ	22,3 μ	21,3 μ
PAROIS ep.	1,4 μ	1,6 - 3 μ	1,9 - 4 μ
Moyenne	-	2,3 μ	2,4 μ

En tout état de cause, la souche parasite des Xanthosoma si ses sporanges la séparent définitivement du Pythium irregulare, devra être élevée au rang d'espèce ses caractères ne la rapprochant en effet d'aucune espèce de Pythium connue autre que celle retenue.

Dans le but de valider la variété établie par R. DADANT, la diagnose suivante est proposée :

Pythium irregulare Buisman var. neocaledonica Dadant ad interim

A typus differt regeneratione asexuale ignota, oogoniis et oosporiis majoribus (22 - 37,5 μ et 13,6 - 32,0 μ).

Hab. in radicis Xanthosomae sagittifolii et Colocasiae esculentae - Nova Caledonia

Typ. Cult. M. 16 - IFO Nouméa.

3/ - Le Champignon en culture

a) Techniques d'isolement.

L'isolement à partir d'une racine atteinte ou d'un tubercule en voie de pourriture est relativement aisé.

Les isolements réalisés à partir d'une racine en début d'attaque (stade tache huileuse) donnent le Pythium dans 100% des cas, bien que parfois déjà souillé de bactéries ou par le Corticium solani. A partir du tubercule les isolements pratiqués au niveau du front d'attaque donnent le Pythium dans 38% des cas. Si les isolements sont pratiqués dans la zone de pourriture, ce pourcentage s'abaisse à 2,7%, les autres isolements étant constitués par divers saprophytes ou des bactéries.

Pour obtenir des cultures pures ou peu souillées par des bactéries, il est nécessaire de pratiquer une désinfection soignée des inoculum par une solution de bichlorure à 1% suivie d'un rinçage à l'eau stérile. Il en est de même pour les racines dont la flore de surface risque de fausser les isolements.

A partir du sol l'isolement du Pythium est beaucoup plus délicat. Des essais de plantes pièges ont été faits avec de jeunes plantules de radis, carottes, navet, mais sans résultat, alors que des essais effectués avec ces mêmes plantes sur des sols de pépinière où de jeunes plants d'arbres forestiers présentaient des attaques de Pythium avaient permis l'isolement facile des espèces en cause.

D'autre part, les isollements tentés par les techniques classiques d'analyse de microflore furent très décevants en ce qui concerne les Phycomycètes, leur présence étant rapidement masquée par d'autres champignons du sol à croissance rapide. Toutefois, le procédé de semis de sol en boîte de Petri a été employé pour estimer la durée de vie dans le sol du mycelium actif. Dans ce cas, le sol avait été stérilisé et le Pythium ne pouvait être masqué lors des isollements.

Une technique a été mise au point et employée pour les isollements de contrôle effectués au Laboratoire à partir de terres infectées. Un tube est formé à l'aide de grillage noustiquaire à fines mailles et fermé à un bout. Les dimensions étant de 13 x 2 cm. Ce tube est ensuite rempli aux 2/3 de farine de maïs et stérilisé par autoclavage.

Le tube ainsi rempli est immergé dans la couche superficielle du sol et laissé en contact un temps variable. La durée optimum de contact a été reconnue comme de 48 à 72 heures. Au-dessus de ce temps, le maïs est envahi en plus grande quantité par des saprophytes et l'isollement du Pythium plus difficile.

Après ce laps de temps le tube est retiré, vidé de la farine de maïs et celle-ci est semée sur des plaques de gélose acide en Boîtes de Petri. Les hyphes sont repiqués dès leur apparition sur la gélose.

Cette méthode permet d'isoler dans des conditions de pureté satisfaisante le Pythium et a été employée pour suivre l'évolution de l'inoculum dans les bacs de culture des Taros. Elle est cependant d'emploi plus délicat sur le terrain, le délai de transport entre le prélèvement et le laboratoire permettant le développement sur le Maïs des saprophytes présents.

b) - Milieux de culture

Au fur et à mesure de l'évolution de l'étude du Pythium, un certain nombre de milieux de culture, soit naturels, soit artificiels ont été utilisés. Le Pythium présente sur tous ces milieux une croissance satisfaisante, tous cependant n'étant pas favorables à une production d'organes sexués viables. Le Malten Moser à 1% gélosé (milieu MG) et liquide (milieu ML) s'est révélé à cet égard comme excellent, la formation des organes sexués y étant très précoce et ceux-ci étant pleinement fonctionnels. Le milieu gélosé à base de farine de Maïs est également très favorable à cette production.

Les divers milieux utilisés au cours des recherches ont été les suivants :

(1) Milieu MG et ML

Maltea Moser à 1% gélosé à 15‰ ou liquide.

(2) Milieu KL

Milieu liquide de Knopp avec extrait de levure

Ca NO ₃	:	1 gr)
K NO ₃	:	0,5)
K PO ₄ H ₂	:	0,5)
Fe SO ₄ , 70H ₂	:	Traces)
Mg SO ₄ , 60H ₂	:	0,3)
Glucose	:	10)
Extrait de levure:	:	1,2)

(pour 1 litre d'eau

(3) Milieu GAL

K ₂ HPO ₄	:	2 gr)
Mg SO ₄ , 60H ₂	:	0,3)
Fe SO ₄ , 70H ₂	:	Traces)
Extrait de levure:	:	1,2)
Glucose	:	10)
L - Asparagine	:	4)

(pour 1 litre d'eau

Ce milieu a été tamponné pour les études sur l'influence du pH par le mélange suivant (Milieu GALT)

Ac. citrique	:	1,3 gr)
Glycocolle	:	1,9)
KH ₂ PO ₄	:	1,9)

(pour 50 ml d'eau

Ce mélange est utilisé à raison de 2 ml pour 40 ml de milieu et le milieu de culture ainsi réalisé présente un pouvoir tampon satisfaisant (cf tableau n° 7 et graphique n° 3).

FIGURE N° 8

Graphique 3 - Courbe d'étalonnage du pouvoir tampon du milieu GALT

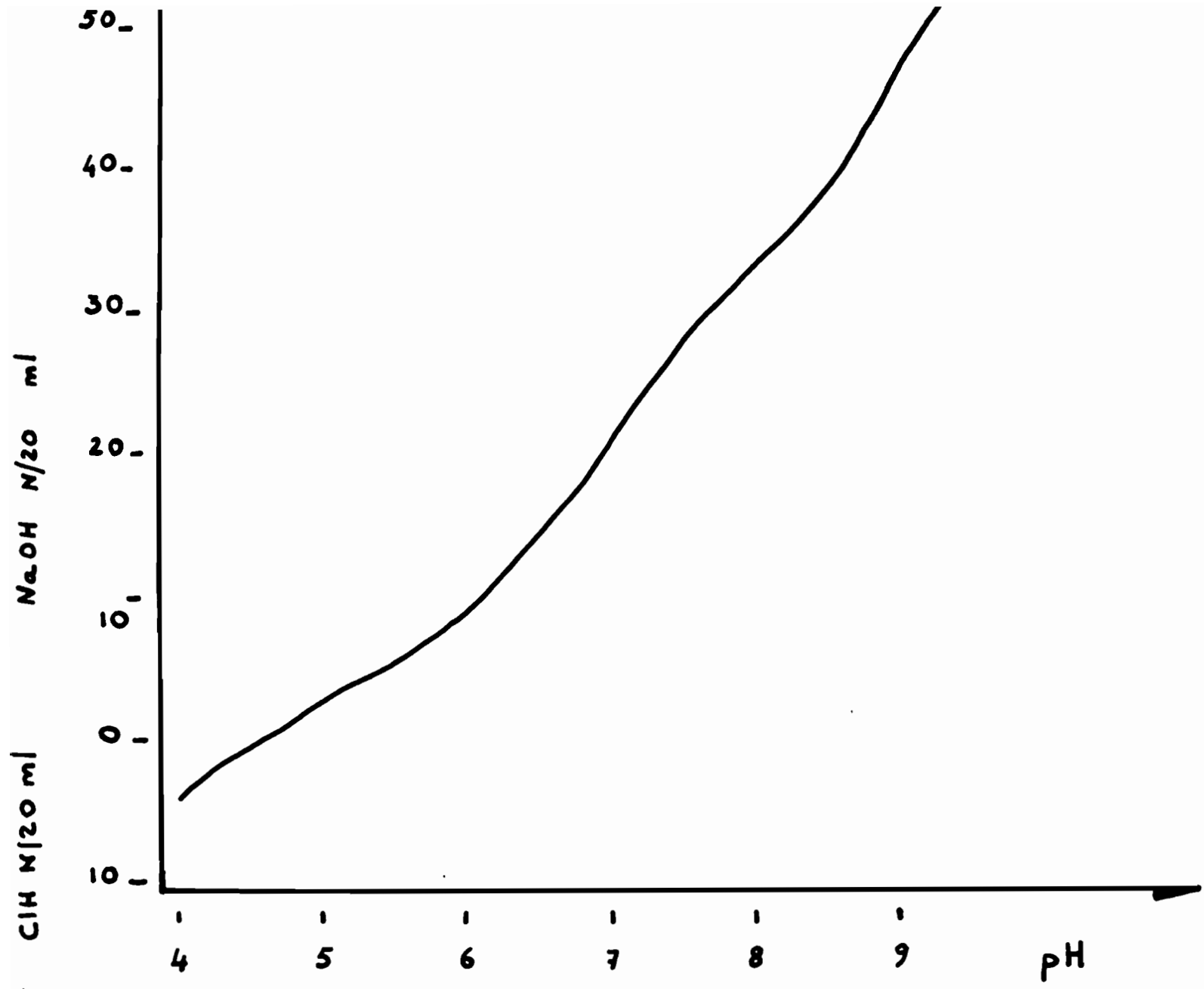


TABLEAU N° 7

Pouvoir Tampon du milieu G₁LT

Vo = 45 ml; pHo = 4,49; pH mètre Beckmann G.

ClH N/20 ml	pH	ClH N/20 ml	pH	ClH N/20	pH
0,2	4,54	1,5	4,32	3,0	4,11
0,5	4,50	2,0	4,25	3,5	4,05
1,0	4,40	2,5	4,18	4,0	4,00
				4,5	3,91
NaOH N/20 ml	pH	NaOH N/20 ml	pH	NaOH N/20 ml	pH
0,5	4,63	15,5	6,60	36,5	8,31
1,0	4,70	16,5	6,60	37,5	8,39
1,5	4,79	17,5	6,73	38,5	8,43
2,0	4,87	18,5	6,80	39,5	8,50
2,5	4,96	19,5	6,87	40,5	8,57
3,0	5,03	20,5	6,94	41,5	8,60
3,5	5,16	21,5	7,00	42,5	8,64
4,0	5,26	22,5	7,09	43,5	8,69
4,5	5,30	23,5	7,14	44,5	8,75
5,0	5,39	24,5	7,20	45,5	8,82
5,5	5,46	25,5	7,27	46,5	8,92
6,0	5,53	26,5	7,35	47,5	8,99
6,5	5,60	27,5	7,41	48,5	9,01
7,5	5,88	28,5	7,52	49,5	9,06
8,5	5,95	29,5	7,63	50,5	9,10
9,5	6,05	30,5	7,73	51,5	9,12
10,5	6,15	31,5	7,81	53,5	9,18
11,5	6,25	32,5	7,90	55,5	9,28
12,5	6,35	33,5	8,07	57,5	9,38
13,5	6,44	34,5	8,14	59,5	9,47
14,5	6,51	35,5	8,22	61,5	9,56

(4) Un Milieu entièrement artificiel a été utilisé pour les essais de nutrition. Le milieu de base comportait (milieu CNV) :

KH_2PO_4	:	2 gr)	
$\text{Mg SO}_4, 6\text{OH}_2$	:	0,3)	
Fe ++	:	0,2 ng)	
Mn ++	:	0,2 ng)	
Zn ++	:	0,1 ng	)	pour 1 litre d'eau
Aneurine	:	100 μg)	
Biotine	:	5 μg)	

Les sources de nutrition carbonées et azotées sont calculées pour fournir 8 g/litre de Carbone organique et 0,425 g/l d'Azote.

Les sources suivantes ont été utilisées :

- Glucose, Levulose, Xylose, Amidon : 20 g/l
- Maltose, Saccharose : 19 g/l

pour les sources carbonées et :

KNO_3	:	3,07 g/l)	
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	:	2,08 g/l	)	pour les sources
Asparagine	:	2,28 g/l	)	d'azote
Glycocolle	:	2,28 g/l)	

Les oligo-éléments et les vitamines sont apportés à partir des solutions mères suivantes :

$\text{Fe SO}_4, 7\text{OH}_2$	:	1 g	)	pour 1 litre d'eau
$\text{Mn SO}_4, 7\text{OH}_2$	:	1 g	)	employé à raison
$\text{Zn SO}_4, 7\text{OH}_2$	:	0,4 g	)	de 1 ml par litre
			)	de milieu

- Aneurine : 0,1 ml par litre de milieu d'une solution à 0,1 g/100 cc d'eau
- Biotine : 0,1 ml par litre de milieu d'une solution à 0,004 g/100 cc d'eau

Ces deux solutions mères ont été stérilisées par filtration sur bougie Chamberland.

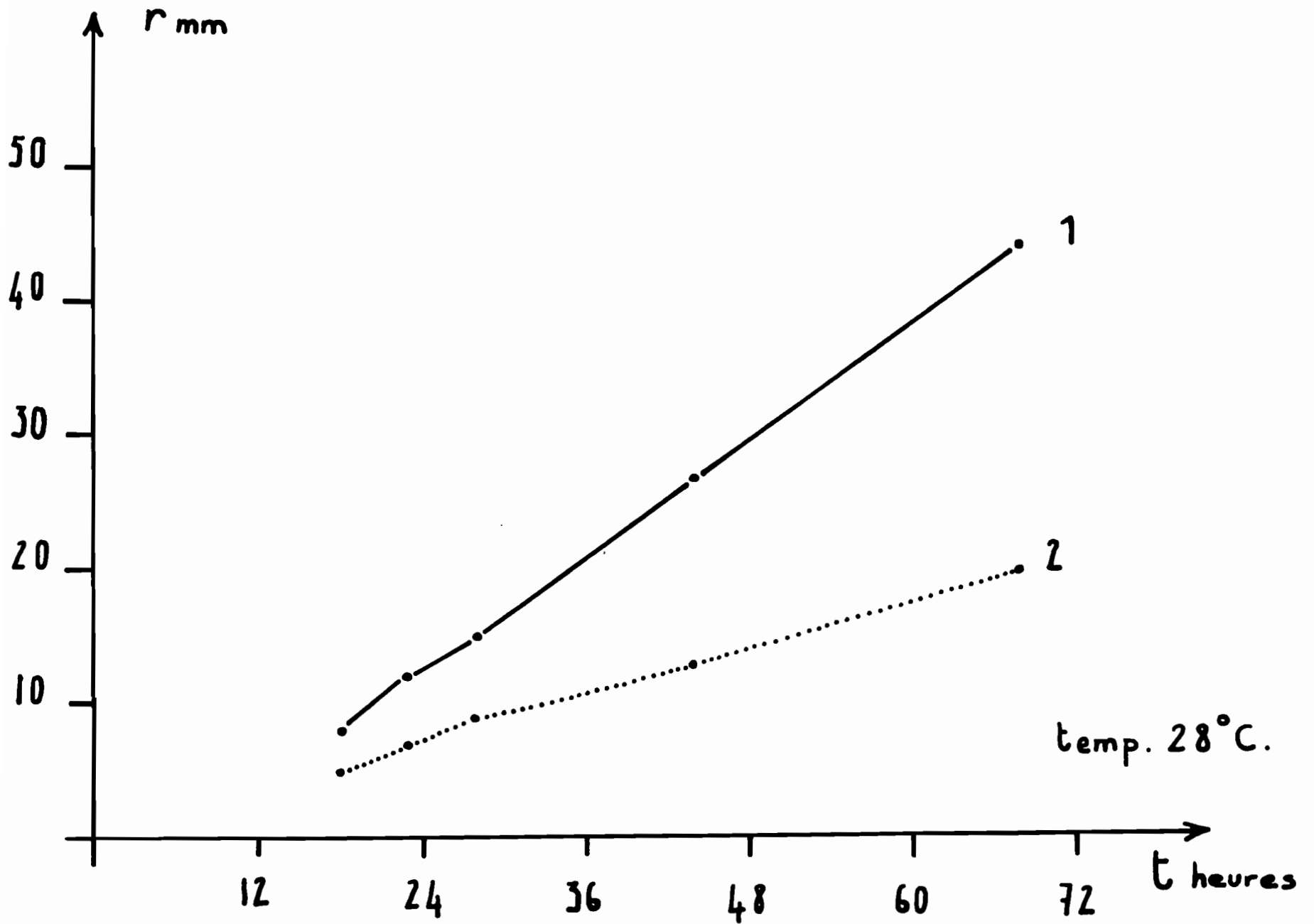
FIGURE N° 9

Graphique 4 - Pythium irregulare Buisson

Croissance radiale linéaire en fonction du temps

(1) Souche neocaledonienne

(2) Souche australienne (CMI)



c) Description des colonies

En boîte de Petri sur Maltea gélosé, la croissance de la colonie est très rapide et la surface de la gélose est totalement couverte en moins de 72 heures. En comparaison avec la souche reçue du CMI et de provenance australienne de Pythium irregulare, la variété calédonienne manifeste une croissance radiale beaucoup plus rapide (Tableau n° 8 et Graphique 4). L'aspect des colonies est également très différent.

TABLEAU N° 8

Croissance comparée en boîte de Petri (milieu MG) du P. irregulare Buisman (Souche CMI) et de sa variété calédonienne (Souche NC)

Temps en heure	18	23	28	44	68
Souche N.C. r mm	8	12	15	27	44
Souche CMI. r mm	5	7	9	13	20

Alors que la souche Australienne présente des colonies en rosette, à croissance très lente, la "néocaledonica" se caractérise par des colonies circulaires avec un développement aérien abondant, cotonneux, blanc pur. Mais très précocement et pratiquement dès que la colonie a couvert la boîte de Petri, le mycelium, en partant du centre, collapse, perd son allure cotonneuse et est remplacé par une zone de prosenchyme imbibé d'eau. Cette zone s'étend peu à peu vers l'extérieur de la colonie et correspond à une autolyse progressive du mycelium aérien.

Selon les milieux, cette autolyse est plus ou moins rapide et est vraisemblablement en relation avec la richesse en éléments nutritifs. Sur farine de maïs gélosée par exemple, elle est beaucoup plus tardive que sur Maltea ou la colonie manifeste un collapsus total après 12 à 15 jours de culture.

Ce collapsus est également mis en évidence par des mesures de poids sec de colonies sur milieu liquide (graphique n° 6) où il se manifeste à partir du 8e jour de culture.

4/ - Caractères biologiques de P. irregulare neocaledonica

La mise en évidence de ces caractères poursuivait deux buts :

- la recherche des exigences du Pythium en ce qui concerne le milieu physique : température et pH.

.../...

- l'Etude des exigences nutritionnelles du parasite en comparaison de sources plus ou moins élaborées d'éléments nutritifs.

Les résultats obtenus dans ces deux ordres de recherche devant permettre d'en déduire certains aspects de la lutte agronomique possible contre le parasite.

A/ - Phénomènes de croissance

a) Techniques de mesure

Deux techniques ont été employées pour mesurer la croissance du champignon.

- sur milieu MG, les estimations étant faites par mesure de deux diamètres perpendiculaires de la colonie en boîtes de Petri.
- sur milieu CNV (glucose-Asparagine) liquide ajusté à pH 4,84. Les cultures sont conduites en Erlenmeyers de 250 cc sur 25 cc de milieu avec agitation constante (agitateur alternatif Jouan).

Les mesures sont faites par pesée du poids sec de mycelium selon le processus suivant :

- extraction du mycelium du milieu de culture par filtration sur creuset filtrant de porosité 3 sous vide ménagé.
- 10 lavages à l'eau distillée chaude (60°)
- Dessiccation à poids constant en étuve à 70°
- Pesées au 1/10 mg avec une balance à chaîne Prolabo
- Sur le filtrat de culture mesure du pH final avec un pH mètre Beckmann G.

Pour l'obtention des diverses températures nécessaires pour déterminer la température optimum de croissance, ont été employées une étuve Jouan pour les températures supérieures à l'ambiance et un réfrigérateur équipé d'une résistance chauffante thermostatée (O.S.I.). Un dispositif de circulation d'air dans l'enceinte permet de maintenir à $\frac{1}{2}$ degré près toute température entre 5° et l'ambiance.

b) Résultats

- Température optimum de croissance

La recherche de cette température a donné les résultats (moyenne de 5 répétitions) consignés dans le Tableau 9 et le graphique 5.

FIGURE N° 10

Graphique 5 - Pythium irregulare Buisson

Température optimum de croissance

- (1) Souche neocaledonienne
- (2) Souche australienne (CMI)

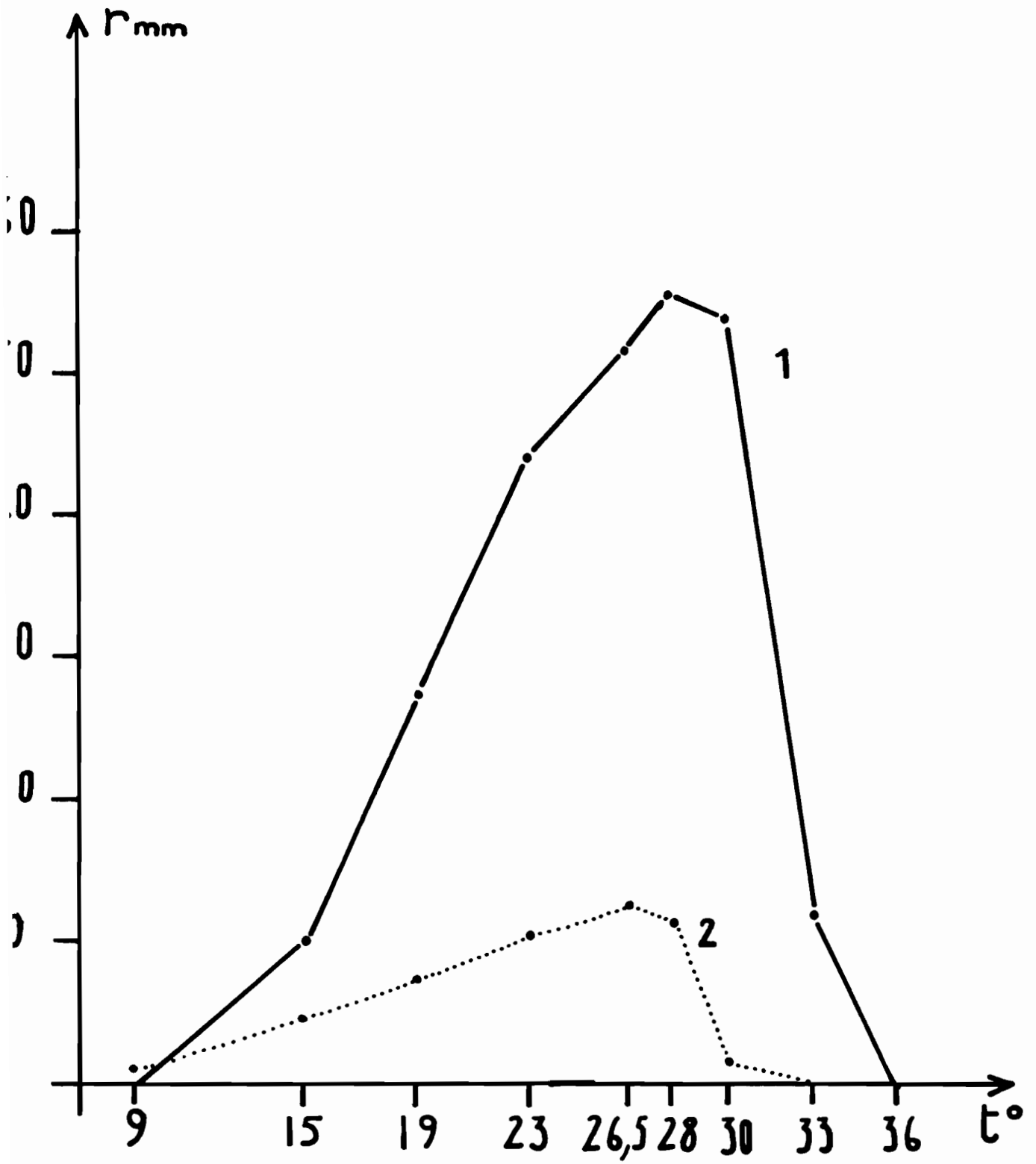


TABLEAU N° 9

Température optimum de croissance - Mesure après 48 h. de culture.

Température	Souche N.C. r mm	Souche CMI r mm
9°	0	1,2
15°	9,9	4,6
19°	27,5	7,5
23°	43,9	10,3
26°	51,5	12,4
28°	55,5	11,6
30°	53,8	1,5
33°	11,6	0
36°	0	0

Pour le Pythium irregulare type, la température optimum se situe entre 25° et 27° (Middleton donne 28° pour une souche probablement d'origine américaine). Celle-ci se situe entre 26° et 30° pour la souche calédonienne, avec l'optimum aux environs de 28°. Les différences d'exigence thermique sont donc peu sensibles entre les deux souches et pratiquement inutilisables pour une distinction (ce qui est d'ailleurs le cas général chez les Pythium, un grand nombre d'espèces ayant leur optimum vers 26 - 28°).

Les températures cardinales du Pythium des Taros s'établissent à 10° et 34 - 35°, plus élevées que celles de la souche CMI : 7° - 8° et 31°.

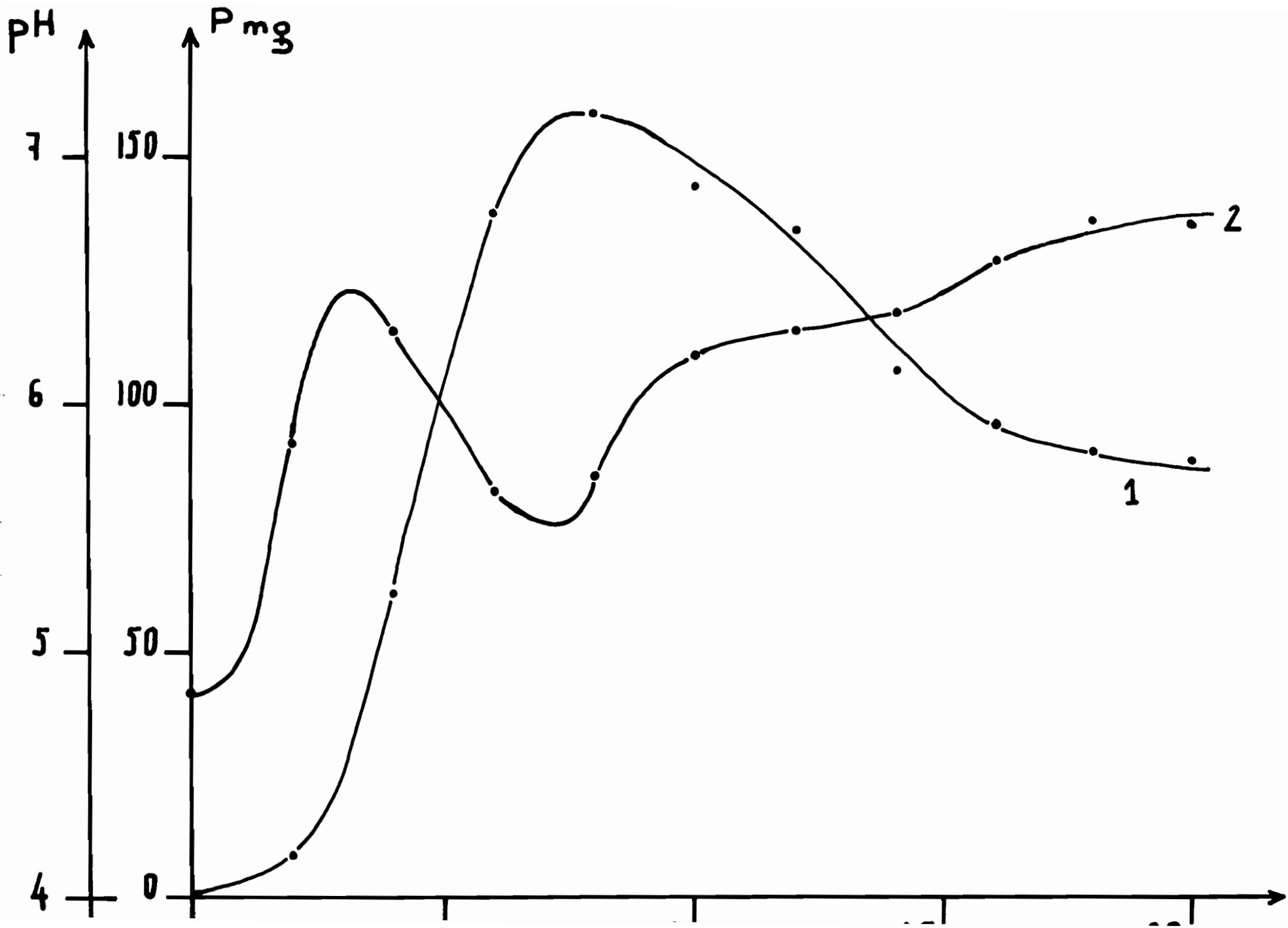
- Courbes de croissance et évolution du pH en culture

Les courbes de croissance ont été établies à la température de 28°. Sur milieu gelosé, les mesures ne sont possibles que durant 72 heures au maximum (tableau 8, graphique 4), la surface de la boîte de Petri étant couverte après ce laps de temps. De plus ces mesures ne permettent pas de se rendre compte d'une manière quantitative du taux d'autolyse du mycelium et ne manifestent que la croissance régulière radiale du Pythium. La vitesse de croissance étant à peu près constante et de 15 mm/24h.

FIGURE N° 11

Graphique 6 - *Pythium irregulare* Buisman, souche neocaledonienne

- (1) Croissance à 28° par mesure de poids sec de mycelium
- (2) Evolution du pH dans le milieu de culture (milieu CNV)



La courbe obtenue par pesée de mycelium sec (tableau n° 10 et graphique 6) permet une interprétation plus précise des phénomènes intervenant au cours de la croissance de la colonie.

La croissance s'effectue normalement durant les premiers 8 jours selon une sigmoïde classique mais l'autolyse s'amorce très rapidement selon une nouvelle sigmoïde qui semble se stabiliser en palier après destruction d'environ 56% du mycelium (20 jours de culture)(graphique 6 - Courbe 1).

Les phénomènes de croissance et d'autolyse ont leur répercussion sur l'évolution en cours de culture du pH du milieu (graphique 6 - courbe 2).

Après une première élévation du pH durant la lère période exponentielle de croissance, la phase linéaire occasionne une chute brutale correspondant à une accumulation de produits acides provenant en grande partie de l'utilisation du glucose. L'autolyse du mycelium qui suit entraîne l'accumulation dans le milieu de produits de destruction qui ont pour effet de relever brusquement le pH. Le pouvoir tampon propre au milieu, peut-être amélioré par certains des produits accumulés (acides organiques faibles), semble jouer ensuite entraînant une montée lente du pH.

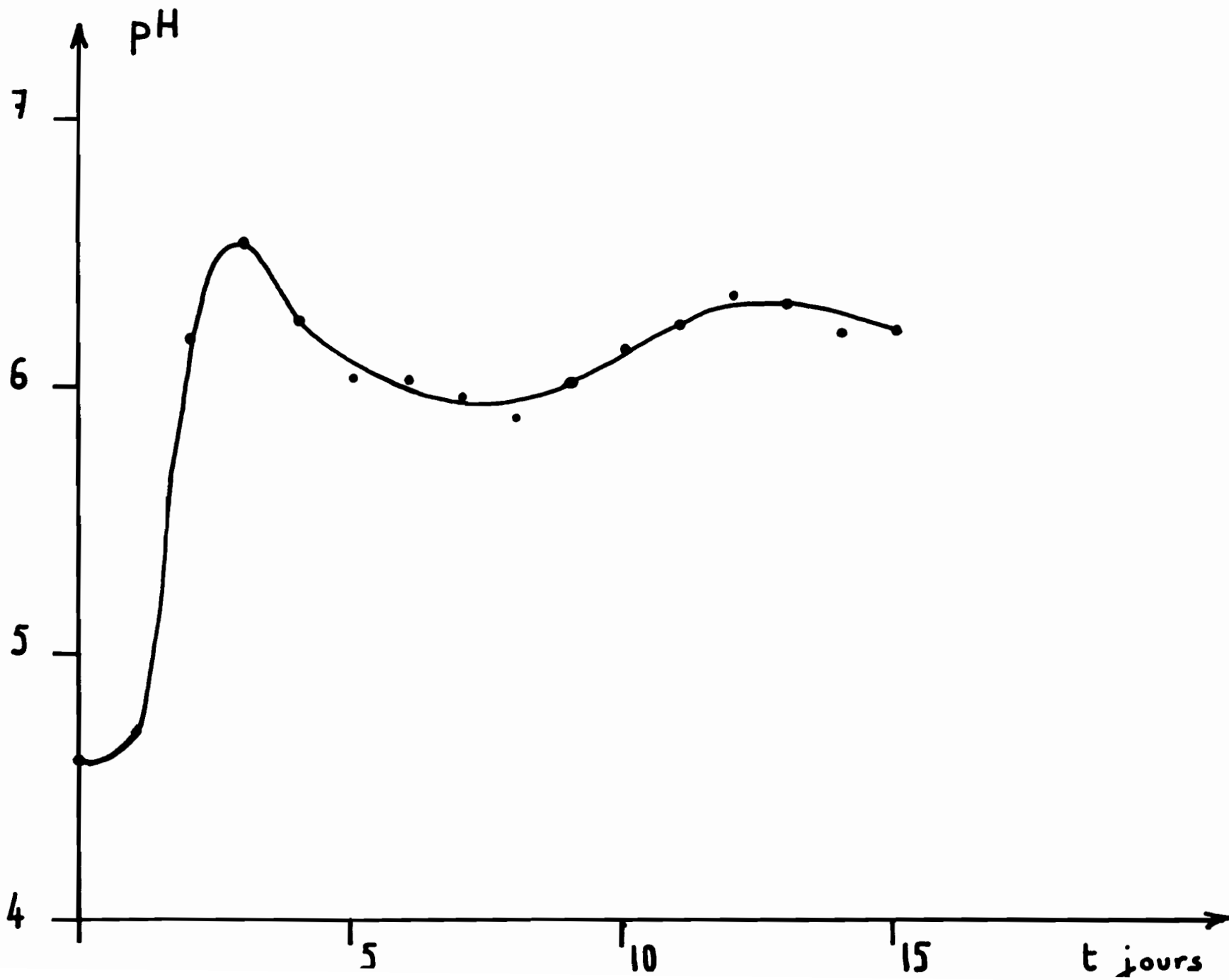
TABLEAU N° 10

Croissance du *P. irregulare neocaledonica* en milieu liquide CNV (glucose Asparagine) pH₀ = 4,84

Nbre jours	pH	Poids mycelium sec			Moyenne
		1	2	3	
2	5,85	6,5	9,6	9,0	8,4 mg
4	6,31	43,8	75,1	67,2	62,0
6	5,65	73,2	162,6	182,1	139,3
8	5,71	152,6	..	165,6	159,1
10	6,20	165,4	134,9	133,3	144,5
12	6,30	137,3	123,1	145,2	135,2
14	6,37	108,6	111,3	101,9	107,2
16	6,59	103,7	95,4	88,1	95,7
18	6,73	90,2	90,1	-	90,1
20	6,71	89,7	89,5	-	89,6
p0	Poids Inoculum	0,6	0,8	-	0,7

FIGURE N° 12

Graphique 7 - Pythium irregulare Buisman souche neocalédonienne
Evolution du pH en cours de culture sur milieu **GAL**



Il est difficile, en l'absence de données analytiques précises sur l'évolution des substances nutritives présentes dans le milieu de définir le rôle des divers constituants dans l'évolution du pH. Il est cependant probable que la première élévation correspond à la consommation de l'acide aminé susceptible d'être utilisé directement par le champignon et avant que la rupture des molécules de glucose n'aient provoqué, par les radicaux acides libérés, la chute de pH caractéristique de la phase linéaire de croissance.

Ce phénomène semble en effet être restreint à l'utilisation de l'Asparagine (et des autres acides aminés primaires) comme source d'azote. Avec un milieu peu différent (milieu GAL) mais présentant une concentration en azote d'origine organique de 0,745 g/litre (4 g de L. Asparagine) et d'un pH initial légèrement plus faible (4,6), la courbe est pratiquement superposable (tableau 11 et graphique 7). Elle présente quelques différences dans la zone correspondant à la croissance linéaire du *Pythium* et à l'autolyse du mycelium. Ces différences s'expliquent probablement par le pouvoir tampon supérieur du milieu étant donnée sa plus forte concentration en acide aminé libre.

TABLEAU N° 11

Evolution du pH en cours de culture sur milieu GAL

Nombre de jours	pH	Nombre de jours	pH
1	4,72	9	6,02
2	6,18	10	6,15
3	6,54	11	6,24
4	6,25	12	6,35
5	6,04	13	6,32
6	6,02	14	6,20
7	5,96	15	6,23
8	5,89		

Si l'azote est fourni sous forme non organique, les phénomènes d'évolution du pH sont différents. Sur milieu de Knopp-levure (milieu KL) où l'Azote est sous forme nitrique, le pH n'évolue que lentement durant les 8 premiers jours puis accuse une augmentation brusque avant de se stabiliser à nouveau. La courbe obtenue peut être considérée comme caractéristique d'un milieu à pouvoir tampon faible. (Tableau 12 et graphique n° 8).

.../...

FIGURE N° 13

Graphique 8 - Pythium irregulare Buisman souche neocaledonienne
Evolution du pH en cours de culture sur milieu Knopp-Levure.

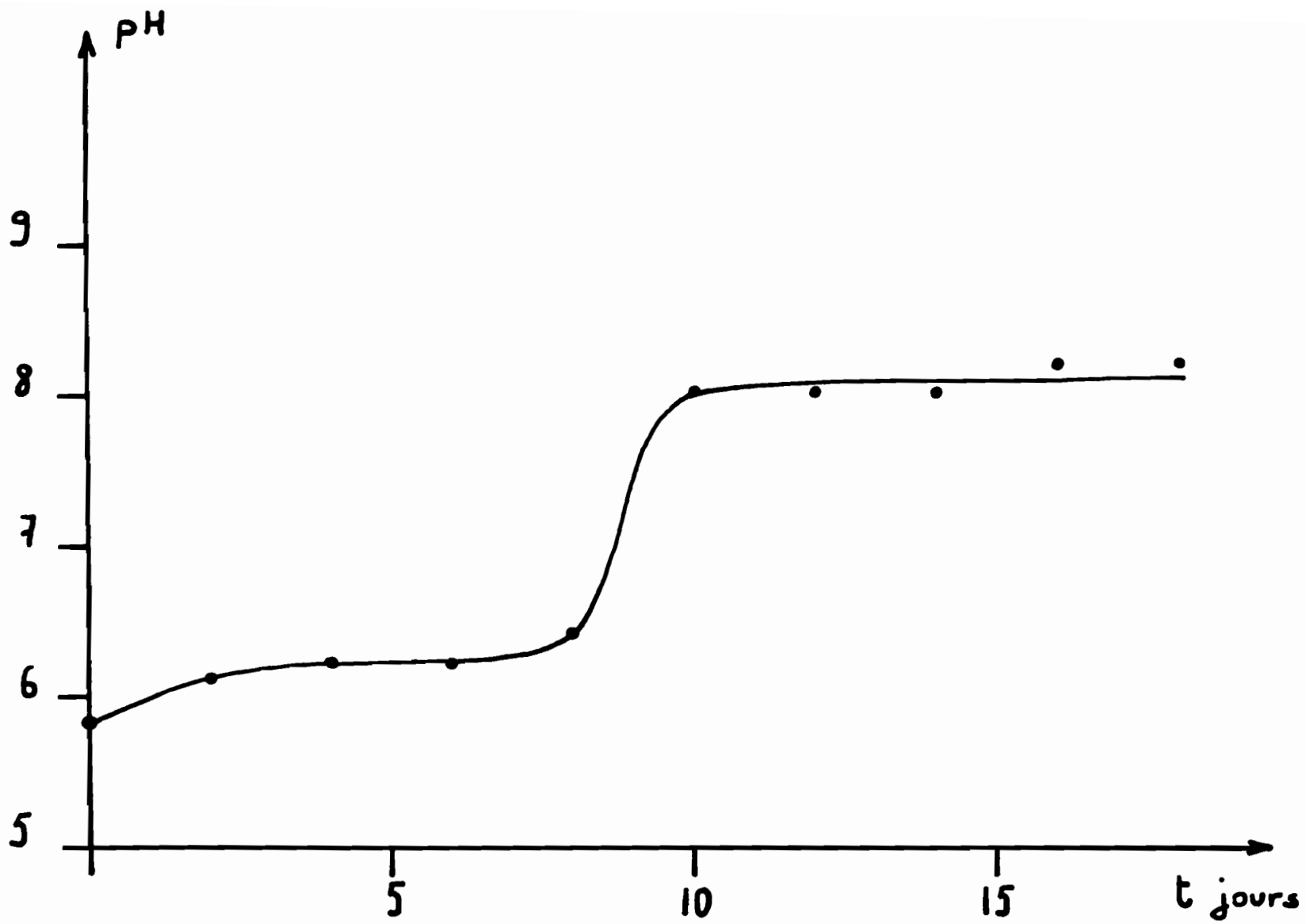


TABLEAU N° 12

Variations du pH en cours de culture sur milieu KL, $pH_0 = 5,80$

Nombre de jours	2	4	6	8	10	12	14	16	18
pH	6,1	6,2	6,2	6,4	8,0	8,0	8,0	8,2	8,2

Enfin l'azote fourni sous forme ammoniacale entraîne par son utilisation et la mise en liberté de radicaux acides un abaissement du pH qui atteint rapidement le seuil de toxicité pour le Pythium.

- Recherche du pH optimum de croissance.

Le Pythium a été mis en culture sur milieu GAL tamponné au glyco-colle-acide citrique. La courbe étalon du pouvoir tampon de ce milieu a déjà été donnée (graphique 3). Les mesures ont été faites après 7 jours de culture par pesée de mycelium sec. Cependant une indisponibilité accidentelle du pH mètre Beckmann a interdit la mesure des pH terminaux. Ils ont pu être estimés par méthode colorimétrique ce qui a permis de se rendre compte que le pouvoir tampon du milieu avait joué son rôle. Les chiffres du tableau 13 et la courbe du graphique 9 permettent de se rendre compte que le Pythium est susceptible de présenter une croissance active sur toute la gamme des pH biologiques. Toutefois, les pH inférieurs à 4 et supérieurs à 8 ont un effet toxique sur le parasite.

TABLEAU N° 13

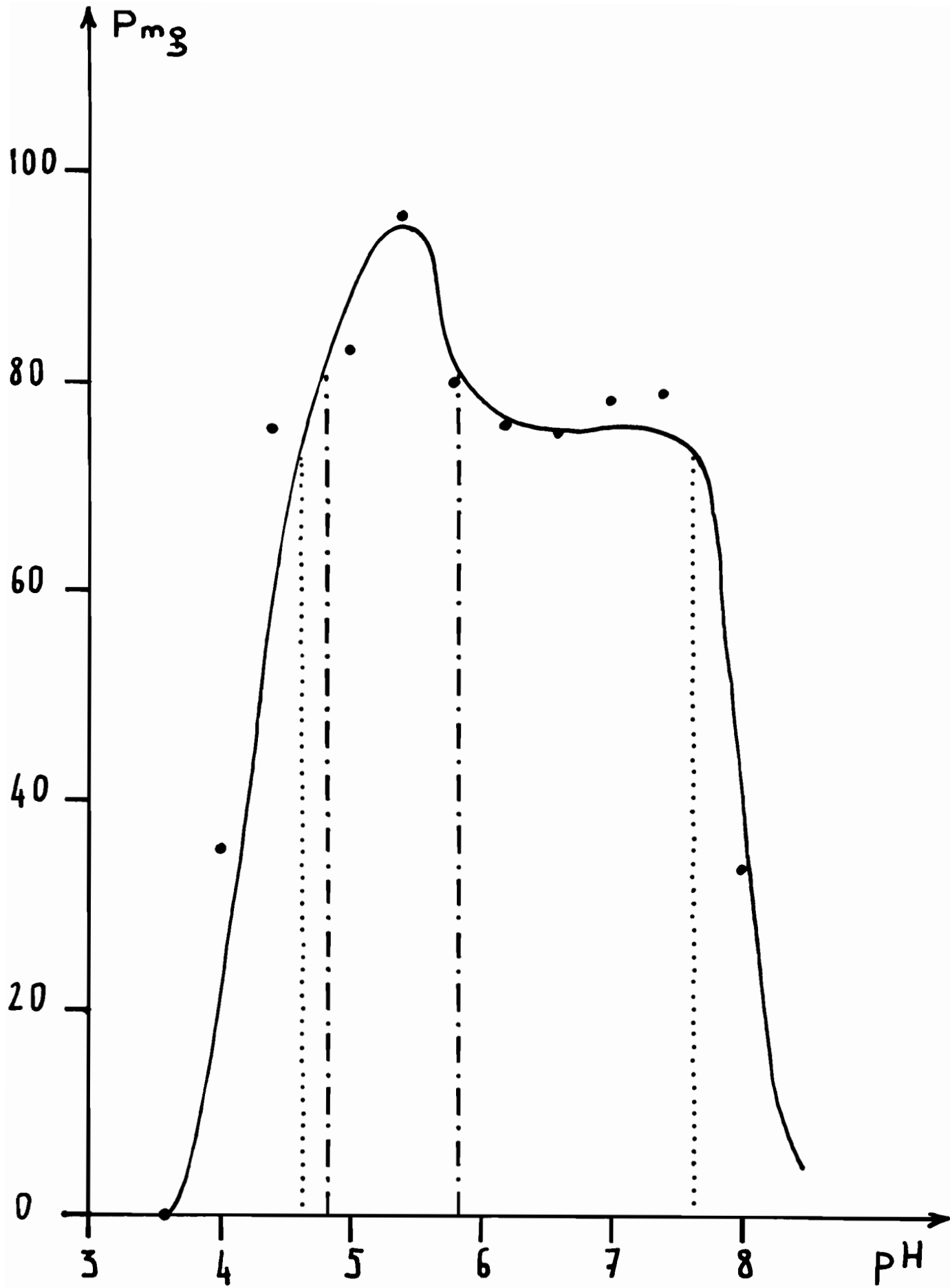
Croissance en fonction du pH sur milieu GALT - 7 jours de culture en milieu agité. Moyenne de 3 répétitions

pH_0	Poids mycelium sec mg	pH_0	Poids mycelium sec mg
3,6	0	6,2	76,0 ± 1,5
4,0	35,5 ± 10	6,6	75,4 ± 7
4,4	75,5 ± 12	7,0	78,3 ± 10
5,0	82,8 ± 3	7,4	78,9 ± 10
5,4	96,2 ± 4	8,0	33,6 ± 10
5,8	79,9 ± 1,5		

.../...

FIGURE N° 14

Graphique 9 - Pythium irregulare Buisman souche neocaledonienne
Détermination du pH optimum de croissance
(Milieu GALT)



La zone optimum de croissance se situe entre les pH 4,4 et 7,4 avec une sous-zone préférentielle entre pH 5,0 et 5,8. Une deuxième sous-zone préférentielle semble s'amorcer légèrement entre pH 7,0 et 7,4 mais, compte tenu de la déviation des résultats, ne peut être caractérisée exactement.

En conclusion, le *Pythium* présente un maximum de croissance (après 7 jours de culture) à pH 5,4 ($\pm 0,4$), la zone optimum s'étendant en réalité de pH 4,4, à pH 7,4. Rappelons qu'une petite probabilité existe pour que le pH favorable pour la production des organes de reproduction asexuée s'établisse aux environs de pH. 4,0. Dans le cas de la culture ayant présenté le phénomène interprété comme dû à la production de sporanges la production en mycelium sec s'est en effet établie à 180 mg. On retrouve ici le phénomène courant chez les champignons, du pH optimum différent pour la croissance végétative et la production des organes de reproduction. Il n'a pas été possible de définir un pH optimum pour la production des organes de reproduction sexuée.

Compte tenu de la zone optimum ainsi définie, les études suivantes ont été faites à un pH initial de 5,0 - 5,5.

B/ - Phénomènes de nutrition

L'étude de ces phénomènes s'est intéressée à l'utilisation par le *Pythium* de diverses sources de Carbone et d'Azote.

(1) - Techniques utilisées

Le milieu de base employé a été le milieu CNV où le carbone et l'Azote ont été apportés de la manière suivante :

- étude nutrition azotée : 0,425 g N/litre

Source de carbone = glucose

Source d'azote = Nitrate de Potassium, Sulfate d'Ammonium, Asparagine, Glycocolle

- Etude nutrition carbonée : 8 g C/litre

Source d'azote = Asparagine

Sources de Carbone = Xylose, Glucose, Levulose, Saccharose, Maltose, Amidon.

Les mesures ont été faites par pesée du mycelium sec après 6,10 et 16 jours de culture, les pH de culture étant ajustés au début de l'expérience entre 5,0 et 5,5. Toutes les cultures ont été faites à 28° sur 25 ml de milieu en Erlenmeyer de 250 cc (milieu stationnaire).

Sur le milieu débarrassé du mycelium ont été faites, à 10 et 16 jours des mesures d'Azote et de sucre non utilisés. Ces mesures ont été faites soit, au laboratoire, pour les sucres, soit au laboratoire de chimie de Sol du Centre pour les Azotes, selon les techniques suivantes :

- Azote nitrique : Dosage par distillation en présence d'alliage Dewarda
- Azote ammoniacal : Dosage par distillation
- Azote organique : Dosage par distillation après digestion au Kjeldahl
- Sucres réducteurs : Dosage cuprométrique par la méthode Shaffer - Hartmann (Solution iodocuprique avec dosage de l'iode par le Thio-sulfate)
- Sucres non réducteurs : Le Saccharose a subi une inversion acide et l'Amidon par hydrolyse acide. Les produits finaux sont dosés par la méthode précédente.

La méthode Shaffer-Hartmann présente l'avantage sur le Bertrand classique d'assurer une meilleure précision dans le cas de concentration faible en sucres, ce qui était le cas en fin d'expérience.

Pour éliminer autant que possible, les erreurs qui pouvaient être introduites par les produits d'autolyse du mycelium, une défécation préalable a été faite sur les liqueurs selon la méthode de Stiles, Peterson et Fred à l'Acétate de Plomb.

(2) Résultats

Ceux relatifs à la croissance comparée du Pythium selon les sources de Carbone et d'Azote sont consignés dans le Tableau n° 14 et les graphiques 10, 11 et 12.

L'utilisation des sucres et des sources Azotées fait l'objet des tableaux 15 et 16.

FIGURE N° 15

Graphique 10 - (milieu GALT) Pythium irregulare Buisman souche néocalédonienne
Utilisation des sources de nutrition carbonée et azotée
6 jours de culture.

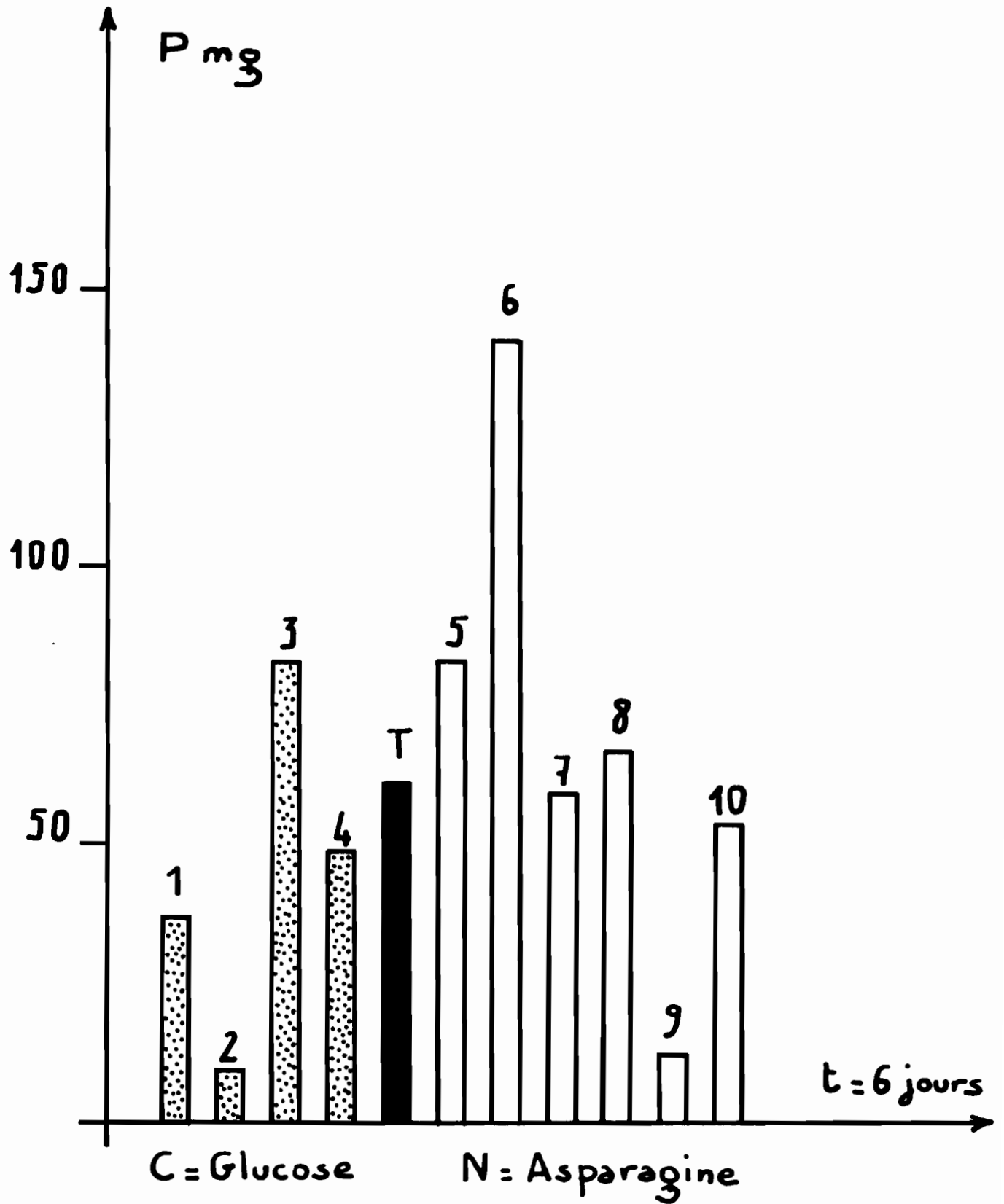


FIGURE N° 16

Graphique 11 - Pythium irregulare Buisman souche neocaledonienne
Utilisation des sources de nutrition carbonée et azotée
10 jours de culture

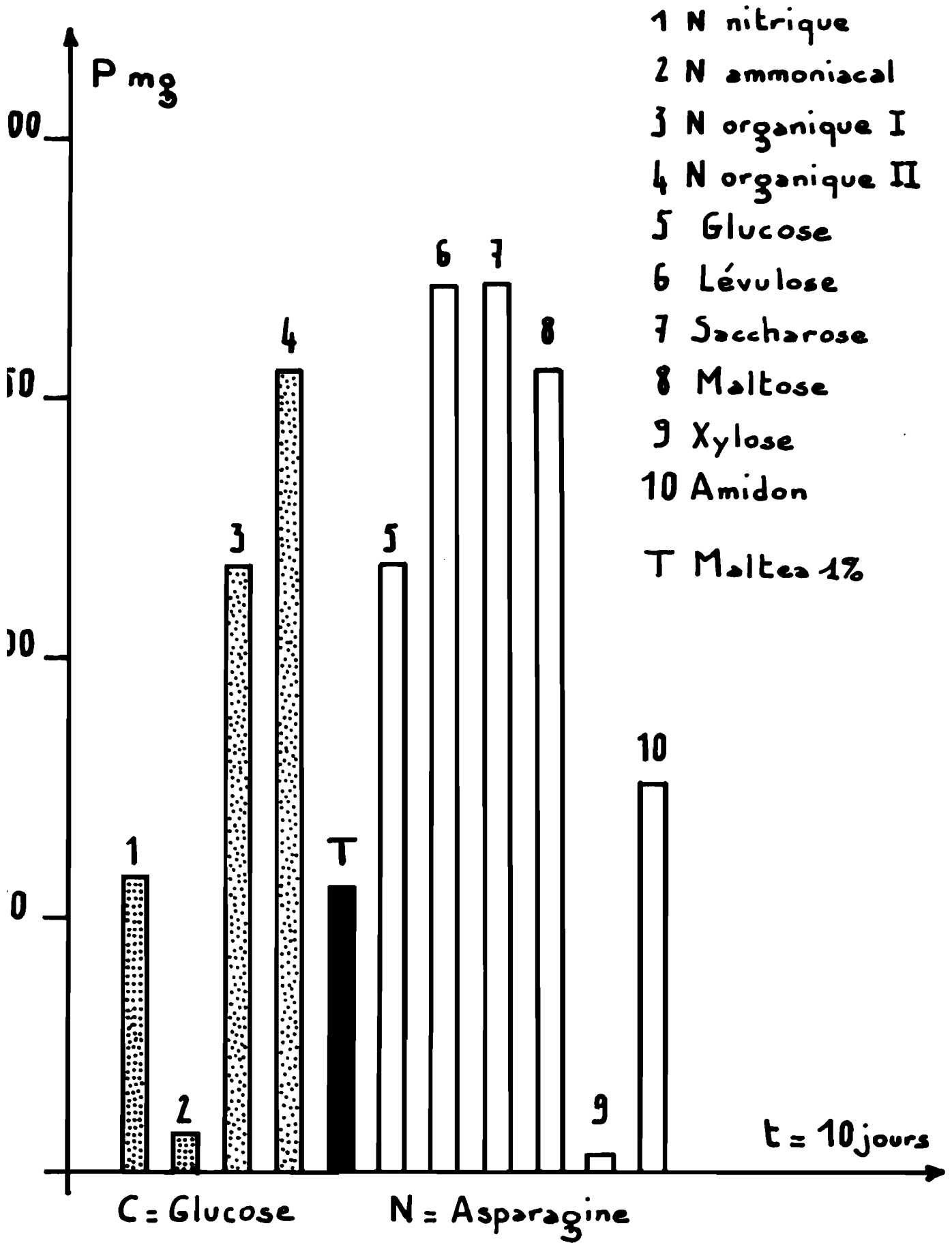


FIGURE N° 17

Graphique 12 - Pythium irregulare Buisson souche néocalédonienne
Utilisation des sources de nutrition carbonée et azotée
16 jours de culture

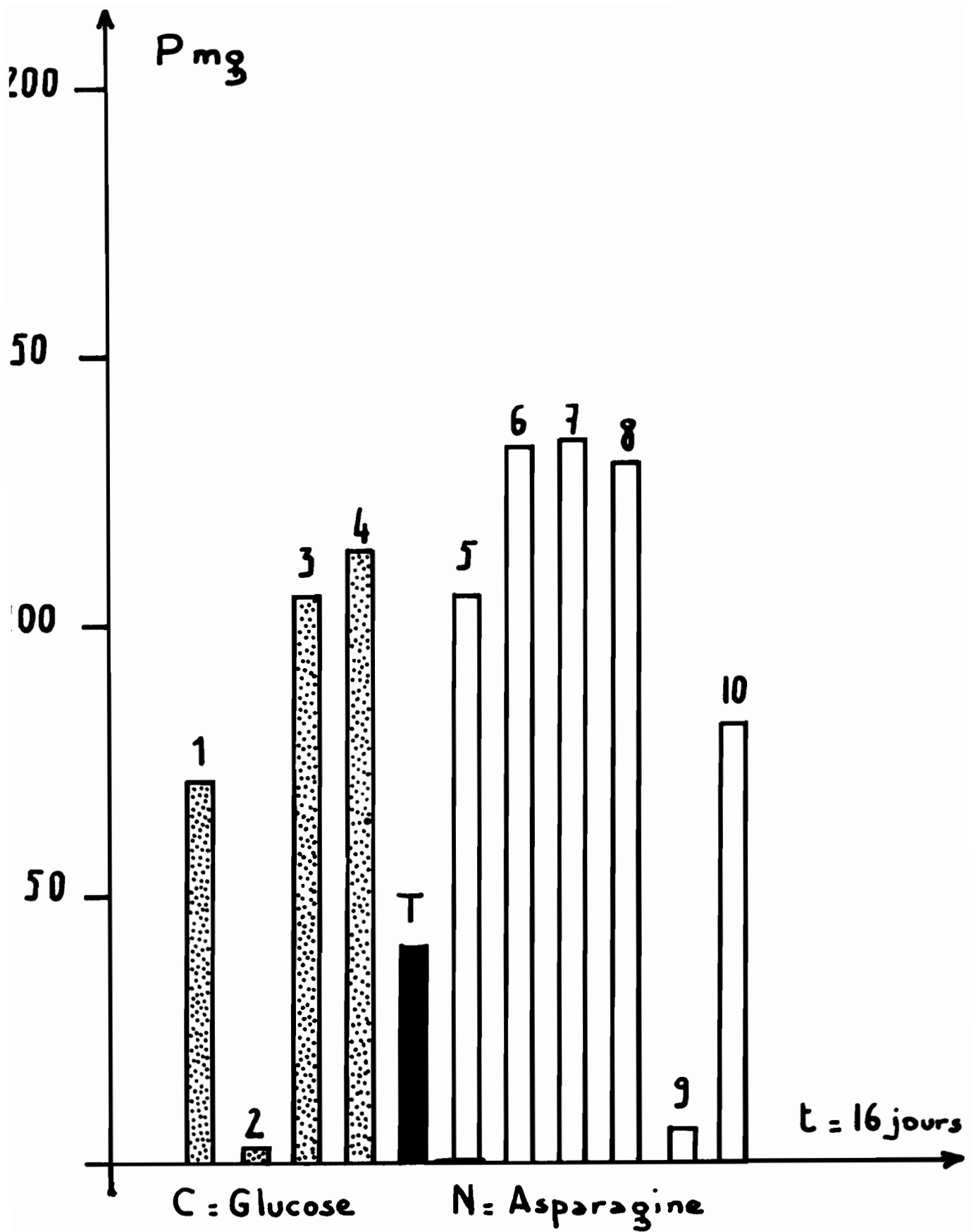


TABLEAU N° 14

Croissance comparée du Pythium en fonction des sources de nutrition carbonée et azotée

N° Graph.	Temps de culture		6 jours		10 jours		16 jours	
	<u>Source C.</u>	pH ^o	pH ₁	P mg	pH ₂	P mg	pH ₃	P mg
5	GLUCOSE	5,14	6,49	83,0	5,80	117,7	6,95	104,8
6	LEVULOSE	5,18	5,78	145,5	5,97	170,5	6,34	133,2
7	SACCHAROSE	5,55	5,82	59,4	5,95	171,5	6,09	134,1
8	MALTOSE	5,45	6,05	66,9	5,88	155,8	5,96	129,7
9	XYLOSE	5,30	5,57	12,2	8,0	3,4	7,75	6,3
10	AMIDON	5,10	7,40	53,9	6,25	75,3	6,85	81,4
T	TEMOIN MALTEA 1%	5,55	6,18	61,0	7,13	56,5	7,20	39,3
	<u>Source N</u>	pH ^o	pH ₁	P mg	pH ₂	P mg	pH ₃	P mg
1	NITRATE K	5,10	6,47	37,0	6,58	57,8	7,42	70,5
2	SULFATE NH ₄	5,17	5,09	5,9	3,57	7,0	3,84	3,1
3	ASPARAGINE	5,14	6,49	83,0	5,80	117,7	6,95	104,8
4	GLYCOCOLLE	5,15	5,75	48,9	5,89	155,0	5,52	113,6

L'ensemble de ces résultats appelle quelques commentaires.

(1) Valeur des sources carbonées

Les premières études d'utilisation des sucres par le Pythium parasite des Xanthosoma avaient été faites par R. DADANT (1953). Il aboutissait alors aux résultats suivants :

- Sucres bien utilisés : Glucose, Saccharose
- Sucres peu utilisés : Lactose, Maltose, Galactose, Amidon
- Non utilisés : Mannitol, Glycérol

.../...

TABLEAU N° 15
Utilisation des sucres

10 JOURS DE CULTURE				
<u>SOURCE C</u>	Sucre utilisé dans 25 ml de milieu		Poids mycelium sec	Coefficient économique Pm/Ps
	Ps -mg	%	Pm - mg	Pm/Ps
GLUCOSE	328,0	65,6	117,7	0,35
LEVULOSE	426,0	85,2	170,5	0,40
SACCHAROSE	412,0	82,4	171,5	0,41
MALTOSE	461,0	92,2	155,8	0,33
XYLOSE	48,0	9,6	3,4	0,07
AMIDON	401,0	80,2	75,3	0,18
16 JOURS DE CULTURE				
GLUCOSE	499,0	99,8	104,8	0,21
LEVULOSE	498,0	99,6	133,2	0,26
SACCHAROSE	499,0	99,8	134,1	0,26
MALTOSE	498,0	99,6	129,7	0,26
XYLOSE	180,0	36,0	6,3	0,03
AMIDON	493,0	96,6	81,4	0,16

La technique employée par DADANT était dérivée de celle utilisée en Bactériologie et les mesures étaient basées sur un virage acide du milieu pour juger de l'utilisation du sucre et sur une observation subjective du développement mycelien. D'autre part, le milieu employé n'étant pas indiqué une répétition des expériences est difficile.

En tout état de cause, les résultats obtenus par pesée de mycelium recourent certains résultats de DADANT et en contredisent d'autres.

Si on se base sur les croissances obtenues après 6 à 10 jours donc avant que l'autolyse du mycelium n'ait modifié profondément les mesures de poids sec les sources de carbone, au point de vue de leur utilisation peuvent se classer ainsi :

6 jours : Levulose, glucose, Maltose, Saccharose, Amidon
Xylose

10 jours : Saccharose, Levulose, Glucose, Maltose, Amidon
Xylose

Le Maltose apparaît ainsi comme bien utilisé par le Pythium assurant un meilleur départ de végétation que le Saccharose, ce dernier toutefois manifestant tardivement son action. Au point de vue rendement en matière sèche, le Maltose se montre très proche du Glucose (0,33 et 0,35) le Lévilose et le Saccharose étant eux-mêmes pratiquement identiques (0,40 et 0,41). Les analogies structurales des sucres de chaque groupe (Maltose = 2 glucoses, Saccharose = Glucose + Levulose) permettent de penser que le Pythium utilise les Cétoses mieux que les sucres aldéhydiques. Il présente également le pouvoir d'inverser le Saccharose et de pratiquer une hydrolyse ménagée de l'Amidon. Le Xylose en revanche est pratiquement inutilisé et la croissance y est très capricieuse.

Par rapport à ces sucres, l'apport nutritif réalisé par un milieu complexe du type Maltea Moser s'il permet un départ de végétation très rapide, apparaît comme insuffisant pour assurer un développement végétatif important du champignon. De plus l'autolyse du mycelium y débute très précocement.

Si on estime les taux d'autolyse après 16 jours en pourcentage du poids atteint après 10 jours de culture on obtient les chiffres suivants :

<u>Sucre utilisé</u>	<u>Taux d'autolyse</u>
Glucose	11%
Levulose	21,9%
Saccharose	21,8%
Maltose	16,7%
Amidon	-
Maltea 1%	30,4%

Le taux d'autolyse semble donc, pour une même source carbonée en relation directe avec le pouvoir nutritif du milieu et son aptitude à assurer une croissance rapide du champignon. Sur les sucres à utilisation faible, sur lesquels la croissance du Pythium est lente, tels que l'Autolyse ne débute probablement qu'assez tardivement.

TABLEAU N° 16

Utilisation des sources azotées

10 JOURS DE CULTURE					
SOURCE N	Poids mycelium Pm - mg	N g/l dosés dans le milieu	N Utilise		Coefficient d'uti- lisation P : % N utilisé
			g/l	%	
NITRATE	57,8	0,153 ± 0,015	0,272	64	0,9
AMMONIUM	7,0	0,260 ± 0,006	0,165	38,8	0,18
ASPARAGINE	117,7	0,136 ± 0,034	0,289	68	1,73
GLYCOCOLLE	155,0	0,162 ± 0,005	0,263	61,8	2,5
16 JOURS DE CULTURE					
NITRATE	70,5	0,101 ± 0,008	0,324	76,2	0,9
AMMONIUM	3,1	0,391 ± 0,009	0,034	8	0,38
ASPARAGINE	104,8	0,197 ± 0,018	0,228	53,6	1,95
GLYCOCOLLE	113,6	0,272 ± 0,005	0,153	36	3,15

(2) Valeur des sources azotées

Le Pythium est capable d'utiliser l'azote sous forme minérale ou organique. En milieu non renouvelé l'utilisation de l'azote ammoniacal entraîne un abaissement rapide du pH du milieu, cet abaissement devenant rapidement toxique pour le champignon et stoppant sa croissance. L'Azote nitrique est utilisé très lentement et les phénomènes relevés pour l'utilisation de l'amidon se retrouvent ici (croissance lente, autolyse nulle).

En ce qui concerne l'azote organique, le glyocolle est une meilleure source que l'asparagine. Son assimilation se fait directement, l'asparagine demandant probablement une désamidation avant de pouvoir être utilisée par le Pythium. Les deux acides aminés diffèrent essentiellement en ce qui concerne leur rendement en matière sèche (1,73 pour l'Asparagine et 2,5 pour le Glyocolle après 10 jours. L'Asparagine étant plus utilisée que le Glyocolle mais avec un rendement moins bon.

En conclusion, le Pythium irregulare neocaledonica est susceptible d'assurer sa nutrition carbonée et azotée à partir d'un grand nombre de sources de Carbone et d'Azote. Son activité biologique est suffisante pour pouvoir assurer sa nutrition azotée à partir de sources minérales; il est de même capable de vivre sur des matières carbonées relativement peu évoluées telles que l'amidon. Ses possibilités lui assurent une survie saprophytique suffisante dans un sol bien pourvu en matière organique. Il présente de plus certainement un arsenal diastasiqne suffisant pour transformer des matières plus complexes et en particulier les composés pecto-cellulosiques présents dans les racines des Xanthosoma.

5/ - Etude microscopique des modalités d'infection des racines de Xanthosoma par le Pythium

A/ - Techniques d'étude

L'observation des modalités de pénétration du parasite dans la racine de Xanthosoma est aisée par l'emploi des deux méthodes déjà décrites : inoculation des racines nues par un fragment de culture ou inoculation sur un Xanthosoma cultivé sur milieu à la Vermiculite irrigué avec une solution nutritive. Cette 2e méthode est celle qui donne les meilleurs résultats, les racines pouvant facilement être débarassées des particules adhérentes. Les images microscopiques obtenues par écrasement entre lame et lamelle de la zone manifestant les symptômes de pénétration sont très claires et d'interprétation aisée.

B/ - Modalités de pénétration

Dans les conditions expérimentales pratiquées, la pénétration se fait toujours au niveau de la zone des poils absorbants. Sur des racines en place dans le sol il est probable que la pénétration peut se faire à d'autres niveaux et en particulier à celui des blessures infligées aux racines par les divers constituants de la microfaune des sols et en particulier les Nématodes.

Le Pythium apparaît comme parfaitement capable de s'ouvrir par lui-même une voie de pénétration dans la racine. Lorsque le mycelium libre parvient au contact d'un poil absorbant, il se renfle en une vésicule appressoriale fortement appliquée contre la paroi du poil. Une perforation se manifeste dans la membrane du poil absorbant, probablement due à l'activité enzymatique du champignon concurremment à une augmentation de pression en ce point. A ce stade, le contenu mycelien de l'appressorium est très dense et prend très fortement la coloration au Bleu Coton.

La pénétration elle-même s'effectue ensuite par inoculation du contenu de l'hyphe mycélienne dans la lumière du poil, sans que l'on puisse constater la formation d'un mycelium organisé. Le parasite prend une forme pseudo-plasmodiale, sans membrane callosique et progresse ainsi vers la base du poil. Ce n'est qu'à proximité de la racine elle-même que le mycelium s'individualise à nouveau et entreprend son cheminement intercellulaire.

Le Pythium est donc susceptible de vivre, pendant une période plus ou moins longue, comme parasite intracellulaire. Cette possibilité est à rapprocher de la présence, chez de nombreuses Aracées, d'espèces de Pythium capables de contracter avec la racine une association mycorrhizique du type endotrophe. On peut poser ici le problème de l'origine de l'apparition du Pythium sur les cultures de Taros des îles du Pacifique en se demandant s'il ne s'agit pas simplement de la manifestation d'activité parasite, due à la dégradation des façons culturales et à la mise en souffrance de la plante, d'une espèce présente partout mais dont l'activité habituelle se borne à la contraction d'une association mycorrhizique. Cette hypothèse peut être confirmée par le fait que, chez des Xanthosoma cultivés dans de bonnes conditions végétatives sous ombrage, les vieilles racines en voie de destruction manifestant presque toujours la présence du Pythium sous la forme de ses organes sexuels. La confirmation de cette hypothèse pourrait entrer dans le cadre d'une étude générale des associations mycorrhiziques des plantes de Nouvelle Calédonie.

C/ - Progression du Pythium dans la racine

A la base du poil absorbant, le mycelium s'individualise à nouveau et entreprend un cheminement intercellulaire. Ce cheminement s'accompagne d'une gélification des membranes moyennes mettant en évidence l'activité pectolytique du champignon. Cette activité se manifeste macroscopiquement par le premier symptôme visible de l'affection : tâche huileuse légèrement brunnâtre. Ce stade est atteint très rapidement dans les 48 heures suivant l'inoculation.

Un écrasement de la racine à ce stade montre un mycelium abondant, en croissance active, une formation précoce d'organes de reproduction sexuée en position intercellulaire, parfois, mais rarement, intracellulaire.

Dans un stade ultérieur d'envahissement le mycelium actif est restreint au front d'attaque, les oospores étant les seuls signes de la présence du Pythium dans les tissus désorganisés de la racine. Ceux-ci sont, dans la nature, envahis à ce stade par des bactéries et un grand nombre de saprophytes du sol qui achèvent l'action du Pythium.

FIGURE N° 18

Planche photographique n° 3 -

Pénétration du Pythium dans un poil absorbant. Remarquer l'appressorium et le point d'inoculation plus fortement chromatique, ainsi que le pseudoplasmode formé dans le poil absorbant après l'inoculation.

D/ - Organismes associés

Par ordre de fréquence d'isolement, on trouve dans les racines atteintes les champignons suivants :

- Corticium solani (Prill. & Del.) Boud. & Galz.
- Fusarium oxysporum Fr. sensu Snyder & Hansen
- Fusarium solani (Mart.) App. & Wr. var. minus Wr.
- Trichoderma viride Pers. ex Fr.
- Pullularia pullulans (De By & Loere) Berkh.
- Macrophomina phaseoli (Maubl.) Ashby
- Corticium rolfsii (Sacc.) Curzi
- Cylindrocarpon tenue Bugn.
- Cylindrocarpon sp.
- Glomastix sp.

Le Corticium solani est isolé dans pratiquement 100% des cas et l'association Pythium - Corticium forme probablement un complexe parasitaire à effet synergique.

Sous l'action combinée de ces divers agents, et des bactéries, la racine est vite réduite à son cylindre central inattaqué qui persiste longtemps après la désorganisation des tissus parenchymatiques. Il est intéressant de remarquer qu'en l'absence de ces agents secondaires, et dans les conditions expérimentales pratiquées (culture sur Vermiculite en milieu clos protégé des inoculations accidentelles), le Pythium se révèle incapable de désorganiser totalement les tissus de la racine. Son action se borne à la gélification des lamelles moyennes entraînant une réaction de la plante par nécrose des cellules atteintes. C'est cette nécrose qui se traduit macroscopiquement par une brunissure de la zone atteinte. La mise en évidence récente d'une phytotoxine émise par la souche européenne du Pythium irregulare (Martin 1964) et capable de translocation dans la plante, éclaire peut être cette réaction de nécrose en permettant de l'attribuer, pour une part au moins, à l'action d'un principe toxique élaboré par le parasite. Mais jusqu'à présent aucune évidence n'a été trouvée de l'existence d'une telle toxine dans la souche parasite des Xanthosoma.

IVe PARTIE

MESURES DE LUTTE

Compte tenu du fait que la lutte chimique, sinon à titre préventif par désinfection du matériel de plantation, est impraticable, la seule lutte envisageable est donc d'ordre agronomique. Il faut cependant remarquer que la mise en oeuvre des moyens préconisés entraînera le plus souvent un relèvement de la technicité de la culture et, partant, de son prix de revient. Il peut être démontré, pourtant, que dans une exploitation rationnelle cette culture reste encore, sous réserve de débouchés commerciaux, d'une bonne rentabilité.

Deux cas seront envisagés selon qu'il s'agisse des cultures de Xanthosoma de Nouvelle Calédonie ou de celles de Colocasia de Polynésie Française.

A/ - Lutte en culture de Xanthosoma (Nouvelle Calédonie)

Au stade actuel d'évolution de l'agriculture mélanésienne en Nouvelle Calédonie, les plantes-racines du type Taro-Igname sont, de toute évidence, condamnées à brève échéance, l'augmentation des ressources provenant de la mine permettant aux Autochtones d'assurer leur subsistance à partir de denrées commercialisées. Cette évolution est déjà très sensible dans les zones les plus touchées par la mine où les cultures de plantes-racines ne sont plus le fait que des vieux du village

Cependant, la culture des Aracées alimentaires présente encore en Nouvelle Calédonie un intérêt certain, compte tenu des améliorations possibles du matériel végétatif et de la faveur dont jouissent les Taros auprès des populations mélanésiennes et polynésiennes ainsi qu'auprès de nombreux Européens. Le rendement de la culture associé au prix de vente élevé des produits peut être intéressant dans le cadre d'une exploitation en commun au niveau tribal ou dans celui d'une exploitation européenne mécanisée.

En dehors de cette possibilité d'amélioration technique de la culture, basée sur des expérimentations faites à Trinidad, une autre solution peut être trouvée dans l'exploitation de peuplements artificiels sous caféeries telle que pratiquée actuellement dans les tribus.

La première démarche pour une mise en culture rationnelle de Xanthosoma est le choix des terrains de culture.

(1) Choix des Sols

S'il est difficile de définir le "bon sol" à Xanthosoma, il est en revanche assez aisé de délimiter les critères qui permettront de condamner un sol comme impropre à cette culture. Ces critères ont été établis précédemment et sont :

- un mauvais équilibre biologique du sol. Dans les cas les plus favorables, ce défaut peut être contrebalancé par des mesures appropriées mais il permet d'éliminer les sols fortement hydromorphisés et irrécupérables par drainage du fait de la présence à faible profondeur de la zone de batance de la nappe, ainsi que les sols à humus acide inactif (type des sols podzolisés de la formation à charbon).
- un pH acide du sol. Cette condition contre laquelle il est parfois difficile de lutter par des amendements élimine également certains types de sol, les mêmes que précédemment, le plus souvent.
- La Structure physique du sol intervient également en tant que support de la plante. Il est nécessaire d'éviter les sols à évolution vers la structure cubique risquant en période sèche de présenter des fentes de retrait et d'occasionner ainsi des lésions aux racines qui de plus, ne peuvent s'y développer suffisamment pour utiliser pleinement les réserves du sol.

Parmi les divers sols de Nouvelle Calédonie pouvant répondre à ces conditions 3 types sont surtout à retenir pour la culture des Xanthosoma. Il s'agit des sols Bruns pierreux de pente dérivés de roches basiques ou neutres et caractérisés par leur structure grunclieuse stable et leur excellent drainage interne. Leur seul défaut est selon la Roche Mère les déficiences en phosphore ou en Potasse.

En second lieu viennent les Sols Bruns Olives d'alluvions fluviatiles dérivés de Grauwackes et de Schistes, placés en position non inondable et dans la mesure où un bon drainage permet d'éviter une évolution par hydromorphisme.

Ensuite, les sols de plages calcaires soulevées, d'importance relativement réduite sur la grande terre mais qui présentent l'inconvénient d'une structure fragile et d'avoir à être régénérés régulièrement.

Beaucoup d'autres types de sols seraient probablement utilisables mais leur délimitation relève du travail d'un Pédologue.

(2) Aménagements et Amendements

Selon les types de sol et leur situation topographique les aménagements et amendements à apporter sont variables. Dans tous les cas, cependant un premier pas sera franchi par la mise sous jachère préalable de la parcelle envisagée. Cette mise en jachère a pour but de régénérer le stock de matière organique du sol par enfouissement d'engrais vert en fin de culture. On aura intérêt à constituer cette jachère avec une Légumineuse à cycle végétatif de 3 à 4 ans, telle par exemple que le Cajanus indicus. Après 3 ans de jachère utilisable pour la production de fourrages verts, tous les recrus seront restitués au sol sous forme d'engrais vert. Dans les sols à pH acide l'évolution de la matière organique sera facilitée par l'épandage au moment de l'enfouissement de 1 à 4 tonne/ha de sable corallien ou, mieux, de chaux.

Quelques précautions sont toutefois à prendre lors de cet enfouissement dans certains types de sol. Sur les sols de plage calcaire soulevée il ne pourra s'agir que d'un mélange de la matière organique aux couches supérieures du sol pour ne pas amener en surface la zone non humique. Ceci exclut les enfouissements par labour et fait préférer la pratique du mulching. Il en est de même sur les sols de pente où ce processus devra être employé en raison de la faible profondeur des sols. Dans ce cas, le mulching présente de plus l'avantage d'assurer une protection anti-érosive efficace qui pourra être complétée d'une part par une plantation en courbes de niveau, d'autre part par l'installation selon ces courbes de lignes d'une plante capable de fixer le sol. Certaines graminées pourraient être utilisés dans ce but et particulièrement la Citronelle (Cymbopogon nardus (L.) Rendle) très utilisée par les Autochtones.

Dans tous les cas de culture derrière jachère artificielle suivie d'un enfouissement d'engrais vert ou après la mise en place d'un mulching, le problème des repousses se pose. Etant donnée l'impossibilité d'assurer la propreté de la plantation par sarclage ce problème pourrait être résolu par un herbicide employé en préémergence. Le choix de ce dés herbant ne pourra être fait qu'après un certain nombre d'essais les études faites aux Antilles ayant montré la toxicité pour les Xanthosoma des dés herbants suivants : Neburon, Diuron, TCA, Dalapon, Thiuron. En revanche les dérivés de Triazines (type Prometryne) semblent inoffensifs vis à vis de la plante.

Un aménagement important dans le cas des sols d'alluvions fluviatiles est le drainage. Son but est de provoquer un abaissement du niveau de battance de la nappe et d'éviter ainsi l'évolution par hydromorphisme du sol, évolution dont les dangers ont été soulignés. Ce drainage peut être facilement assuré par des fossés à raison d'un drain tous les 50 mètres, le collecteur étant en extrémité de parcelle. Dans les zones très humides, il sera peut être nécessaire de ramener l'écartement des drains à 30 mètres. Le drainage au niveau du plant sera encore amélioré si la plantation est faite sur lignes buttées.

.../...

Au point de vue amendements un premeir pas à été franchi par l'enfouissement d'engrais vert après chaulage, la chaux étant destinée essentiellement à favoriser l'évolution de la matière organique. Dans bon nombre des sols prévus un amendement phosphoré devra également être apporté au moment de la préparation du sol. Il pourra être constitué, dans le cas des sols d'alluvions, par un épandage de 200 Kg/ha de Superphosphate titrant 30% P₂O₅ actif. Pour les sols de plage calcaire, ce dosage pourra être ramené à 100 Kg/ha.

(3) Choix des tubercules - plantation

Les plantations de Xanthosoma sont traditionnellement faites à partir de sections sommitales de rhizomes, portant un bouquet de feuille sur une portion plus ou moins importante du Rhizome. La Plantation à partir des tubercules fils ne semble pas devoir être conseillée, les études effectuées à Trinidad ayant montré que les différences de rendement entre les deux modes de plantation sont significatives au niveau 1% (Gooding & Campbell 1961) D'autres facteurs interviendront également dans le choix des boutures, particulièrement la taille des rhizomes mères (la production étant fonction de cette taille), et l'aptitude de la variété à ne pas donner de rejets feuillus trop précocement. L'intérêt de ce caractère variétal a déjà été souligné.

Le premier soin à apporter au matériel de plantation sera d'assurer son habillage et sa désinfection. L'habillage est réalisé par coupe des pétioles à 20 cm de leur base, brossage et lavage soigné du tubercule sous l'eau, excision des vieilles racines et de toute partie mortifiée ou en voie de pourriture. Ensuite les boutures sont désinfectées par immersion totale d'une 1/2 heure dans une solution de Solusanigran à 2% et placées ensuite à ressuyer à l'ombre durant 24 heures. Elles sont alors prêtes et doivent être mises en place sans délais.

La plantation sera effectuée en lignes espacées de 1,20 m avec un écartement sur la ligne de 1 m. Dans la mesure où cela est possible (moyen mécanique ou main d'oeuvre tribale), les lignes de plantation auront intérêt à être légèrement buttées, cela assurant un meilleur drainage latéral et une exploitation du sol par les racines concentrées sur la ligne. De plus la tubérisation est améliorée et la récolte facilitée. La plantation elle-même est simple et sera accompagnée d'un 1er apport d'engrais (dans la terre du trou).

(4) Problème de l'ombrage

Contrairement au Colocasia qui est une plante de zones marécageuses et qui supporte un ensoleillement continu, le Xanthosoma est, à l'origine, une plante de sous bois humide. L'ombrage figure donc parmi ses exigences naturelles et ce problème conditionne la remise en culture du Taro des Nouvelles Hébrides. Deux solutions peuvent être envisagées.

Dans le cadre de la culture vivrière autochtone, l'utilisation pratiquée actuellement des Caféiers comme ombrage peut être suffisante et permet à une famille d'avoir suffisamment de plants pour pouvoir à ses besoins.

Cependant si on envisage de rentabiliser la culture des Xanthosoma et d'en élever le niveau technique, dans le cadre d'une exploitation européenne par exemple, la solution devra plutôt être recherchée vers une association de plantes pouvant assurer un rendement élevé et être conduites simultanément avec le Xanthosoma. A cet égard, une culture du type de celle du bananier, telle que pratiquée en Nouvelle Calédonie, devrait convenir et particulièrement celle de la Banane Pwendü (Musa paradisiaca L, sub sp. sapientum Kuntze) très utilisé par les Autochtones et d'un prix intéressant sur le marché.

Le problème majeur dans le cas d'une association Xanthosoma Bananier est celui de la concurrence entre les deux plantes. Les Bananiers, en culture de type industriel, sont des plantes très compétitives qui n'acceptent pratiquement aucun concurrent. Il est possible, dans le cas particulier qui se pose en Nouvelle Calédonie, de tourner la difficulté en assurant un écartement suffisant des bananiers pour que, tout en jouant leur rôle d'ombrage, l'espace disponible aux racines des deux plantes soit suffisant pour permettre leur cohabitation. Un apport d'engrais pourra également faciliter cette cohabitation.

Cependant, il faut rappeler que l'exploitation du sol par les Xanthosoma se fait en surface, à une profondeur moyenne inférieure à celle exploitée par les Bananiers. Si, de plus, la plantation de l'Aracée est assurée sur billons, l'extension des racines se fera essentiellement dans le billon et la concurrence du Bananier sera ainsi réduite.

En tout état de cause l'expérience d'une culture associée rationalisée des deux plantes peut être intéressante, cette association étant couramment faite en Nouvelle Calédonie mais le plus souvent d'une manière anarchique sans tenir compte des besoins de l'une et l'autre plante.

La plantation de Taros à 1 x 1,20 m entraîne une densité d'environ 8000 à 8500 plants/ha. Les Bananiers implantés à 4 m d'intervalle dans les interlignes, à raison d'une rangée tous les 3 interlignes (3,6 m entre rangées) donneraient une densité de 700 pieds/ha. Eventuellement d'ailleurs cette densité peut être augmentée et portée à 1000 pieds/ha environ (espacement 4 m x 2,4 m en quinconce). Il est probable qu'une ou l'autre des deux solutions est à retenir en fonction du sol de culture et du niveau d'éléments fertilisants présents.

Le rôle d'ombrage que doit jouer le Bananier impose le choix de porteurs hauts. Le Bananier Pwendü est intéressant à cet égard car de taille moyenne élevée. D'autres types de Bananier peuvent être envisagés en relation en particulier avec l'approvisionnement en bananes du marché de Nouméa.

(5) Formules d'engrais utilisables

Si on admet que tous les déchets de végétation sont restitués au sol en cours et en fin de culture, les exportations des deux plantes s'établissent ainsi:

BANANIER : pour production d'un régime de 15 kg. plantation de 1000 pieds/ha

N	25 - 40 Kg/ha
P ₂ O ₅	8 - 10 Kg/ha
K ₂ O	90 - 110 Kg/ha

XANTHOSOMA : production moyenne 2 Kg/plant - Plantation de 8000 plants/ha.

N	12 Kg/ha
P ₂ O ₅	55 Kg/ha
K ₂ O	80 Kg/ha

Si les chiffres d'exportation des bananiers sont bien connus, au moins en ce qui concerne la banane de culture industrielle, ceux des Xanthosoma ne sont mentionnés nulle part. Ceux donnés ci-dessus ont été calculés à partir des résultats d'analyse de tubercules publiés à Hawaii et par la Commission du Pacifique Sud.

L'exportation en Azote des Xanthosoma peut paraître faible. En réalité les feuilles ont un taux d'azote total plus important (0,8%) que celui des tubercules et l'exportation totale réelle d'Azote est de 160 Kg/ha, une grande partie étant toutefois restituée au sol en cours et en fin de culture. Un chiffre moyen a été adopté, compte tenu de l'utilisation de jeunes feuilles pour l'alimentation humaine et les formules de fumure sont basées sur une exportation d'azote de 80 kg/ha.

Compte tenu du fait que les sols bruns d'alluvions fluviatiles sont, dans de bonnes conditions de drainage, ceux qui semblent les plus appropriés à cette culture associée les fumures apportées pourraient l'être dans ces sols, selon les dosages suivants :

XANTHOSOMA :

- Azote : 200 Kg/ha d'Urée à 40% N soit 84 unités
- Phosphore : 200 Kg/ha de Superphosphate à 30% P₂O₅ soit 60 unités apportées en amendement préalable
- Potasse : 200 à 400 Kg/ha Sulfate de Potassium à 48 % K₂O, soit de 96 à 192 unités selon les réserves du sol et le niveau de saturation du complexe absorbant.

BANANIER :

- Azote : 150 Kg/ha d'Urée à 40% N, soit 60 unités
- Phosphore : 200 Kg/ha superphosphate à 30% P₂O₅, soit 60 unités apportées en amendement préalable
- Potasse : 200 Kg/ha sulfate de Potassium à 48% K₂O, soit 96 unités.

Pratiquement les apports devront être faits de la manière suivante :

- A la préparation du terrain (enfouissement de l'engrais vert et labour)

2 T/ha Sable corallien ou chaux
200 Kg/ha Superphosphate

- A la plantation des Bananiers :

Urée 25 g :
SO₄K₂ 125 g : apportés dans la terre du trou de plantation

- A la plantation des Xanthosoma

Urée 12,5 g :
SO₄K₂ 25 g : apportés dans la Terre du trou de plantation

Le reliquat disponible pour les bananiers soit :

Urée 150 g : sera apporté en 2 à 3 fois à 4 à 6 mois
SO₄K₂ 75 g : d'intervalle par saupoudrage de la terre sur un cercle d'un mètre de diamètre.

Pour les Xanthosoma l'apport sera de 12,5 g d'Urée par plant effectué au début du 4e mois après la plantation. Il convient en effet d'éviter un apport d'azote après le 6e mois, cet apport ayant l'inconvénient de stimuler la production des feuilles aux dépens de l'accumulation de réserves amyloacées dans les tubercules et de la qualité de ces réserves.

Dans ces conditions et dans la mesure où les conditions sanitaires de la culture n'affecteront pas son rendement de manière sensible on peut espérer obtenir des récoltes estimables à 10 à 15 tonnes de Bananes et 16 à 20 tonnes de tubercules de *Xanthosoma* par hectare.

Dans les autres sols déjà mentionnés, qui conviennent moins bien à la culture du bananier celui-ci ne pourra guère être considéré autrement que comme un ombrage sans espérer rentabiliser sa culture par une production importante. Dans ces cas d'autres solutions devront être recherchées faisant appel à des plantes arbustives à développement rapide et relativement faciles à détruire. Une plante intéressante pourrait être le Ceara (*Manihot glaziovii*) qui, dans des zones abritées des vents violents, fournit un ombrage à croissance rapide. De plus les précautions anti-érosives signalées devront être prises lors de cultures sur fortes pentes.

(6) Entretien des Plantations - Durée

Le problème de la couverture du sol peut présenter quelque importance étant donnée l'impossibilité de pratiquer des binages. Dans certains cas, la pratique du mulching peut être avantageuse, à base d'Herbe de Guinée (*Panicum maximum*) et de Mimosa (*Leucaena Glauca*). Toutefois dans les sols d'alluvions une couverture vivante de Commelinacées peut être intéressante par son faible pouvoir concurrentiel et son action nettoyante du sol.

Pour des raisons d'encombrement et également de concurrence, les bananiers devront être conduits à un seul porteur et la souche sera ainsi susceptible de produire d'une manière économiquement intéressante durant 5 ans (3 récoltes), les *Xanthosoma* ayant dans le même laps de temps donné de 5 à 7 récoltes (à partir des pieds mères initiaux).

On peut donc espérer amortir les frais de plantation sur une période de 5 ans. Après ces 5 années l'ensemble de la plantation sera rabattu, les rhizomes de *Xanthosoma* et de Bananier prélevés comme matériel d'une nouvelle plantation, et la parcelleensemencée avec une légumineuse fourragère qui, après une végétation de 3 ans, sera enfouie et débutera un nouveau cycle de culture.

(7) Etude économique sommaire

Compte tenu des recommandations précédentes et dans le cas des sols d'alluvions, il est possible d'estimer le prix de revient moyen d'un hectare d'une telle culture.

<u>Frais à amortir sur 5 ans :</u>	<u>Frs CFP</u>
- Drainage (400 m de drains)	4000
- Epandage Sable corallien 2,5 Tonnes	2500
- Superphosphate 200 Kg + Transport	2200
- Préparation du sol (du labour à la trouaison)	45000
- Prix d'achat des plants (éventuellement)	10000
- Frais de plantation - (60 jours de manoeuvre)	24000
	<u>87700</u>

Soit 17 540 frs CFP par an.

<u>Frais annuels :</u>	
- Engrais 850 Kg + Transport	12000
- Frais d'entretien et de récolte (450 journées de manoeuvre)	180000
- Amortissement annuel	<u>17540</u>
	<u>Prix de Revient annuel : 209540</u>

Si on table sur 3 récoltes de bananes et 6 récoltes de Xanthosoma, soit 30 T et 96 T respectivement, la répartition annuelle de ces récoltes donne : 6 T de bananes et 19 T de Xanthosoma soit, un revenu brut annuel de 250 000 Frs CFP, les prix pratiqués en Nouvelle Calédonie d'achat au producteur étant pour la Banane et les Taros de 10 frs à 15 frs le Kg.

Le Revenu net annuel s'établit donc à environ 40 000 frs CFP par hectare.

Les frais d'amortissement du matériel n'interviennent pas dans l'hypothèse de travaux effectués par les unités de motoculture du Service de l'Agriculture. Il faut cependant tenir compte des traitements antiparasitaires éventuels (charançon du Bananier, Acariens des Xanthosoma et Prodenia litura). En estimant ces frais à 5% du prix de revient (soit environ 10 000 frs), le bénéfice net annuel reste de 30 000 frs CFP, plus élevé que le revenu net d'un hectare de Caféier.

Les chiffres de rendement donnés sont des chiffres minimum. Pour les Xanthosoma en particulier les engrais devraient marquer de façon notable. Les études faites à Trinidad ont montrées que, par emploi de cultivars bon producteurs et avec emploi d'amendements organiques, le rendement pouvait dépasser 20 Tonnes/ha. (plantation à 8 000 plants/ha).

En tout état de cause et si les conditions de marché se maintiennent, la culture de Xanthosoma apparaît comme très rentable dans la mesure où la plante est placée dans des conditions de végétation (ombrage, nature du sol, engrais) lui permettant de surmonter d'éventuelles attaques de Pythium.

B - Lutte en culture de Colocasia (Polynésie Française)

On peut faire remarquer immédiatement que le bilan économique donné plus haut peut être transposé en Nouvelle Calédonie pour la culture des Colocasia. Parmi les variétés existantes sur la Grande Terre, un certain nombre acceptent une culture sèche et peuvent, en culture améliorée, donner d'excellents rendements d'un produit très demandé sur le marché local.

En Polynésie, le problème ne se pose pas de la même manière. La structure propre de l'agriculture vivrière polynésienne qui est essentiellement de type familial surtout dans les îles éloignées de Tahiti de même que le problème foncier qui interdit d'envisager le regroupement de parcelles pour constituer des unités de culture d'importance suffisante, joints à la difficulté d'obtenir des Polynésiens l'abandon de méthodes de cultures traditionnelles qui ont fait leurs preuves, impose une solution originale. Nous avons vu qu'en Nouvelle Calédonie le problème ne se posait pas de la même manière, le Xanthosoma étant une culture "neuve" sans traditions propres.

Dans les conditions de culture polynésiennes, la transposition des moyens de lutte mis en oeuvre à Hawaii et tels que déjà préconisés (HUGUENIN 1963) permet de réduire l'affection à un niveau minimum.

Les moyens préconisés à Hawaii étaient les suivants (PARRIS 1941)

- Asséchage de la tarodièrre et retournement du sol au moins 2 fois avec séchage au soleil. La tarodièrre doit rester ainsi durant au moins 4 mois.
- Epannage de chaux à raison de 4 tonnes/ha.
- Rotation des tarodièrres toutes les 2 récoltes avec une culture non sensible (Légumineuses fourragères ou Bananiers), chaque culture se terminant par un labour profond et une exposition d'un mois au soleil. Cette mesure peut être également intéressante pour des cultures potagères où le dispositif d'irrigation des tarodièrres peut être utilisé.

De plus l'emploi d'engrais permet une plus value de récolte non négligeable, les expériences faites à Hawaii et à Trinidad (HODNETT 1958) ayant montré une réponse significative à l'Azote et à la Potasse. Les expérimentations faites à RURUTU par le Service de l'Agriculture de Polynésie Française ont de plus montré l'action bénéfique d'une fumure minérale sur l'état sanitaire des plants.

On peut donc conseiller en ce qui concerne Rurutu, les méthodes de lutte culturale suivantes, ces méthodes étant transposables dans les autres îles où sévit la maladie.

.../...

- mise en défens des tarodières infectées durant un minimum de deux ans. Cette mise en défens sera précédée d'un asséchement et d'un labour avec exposition du sol aux rayons solaires durant un minimum de 4 mois. Après cette période, la parcelle pourra être ensemencée avec une légumineuse fourragère qui assurera un appoint de fourrage à l'élevage local et en fin de culture un engrais vert bénéfique.
- après les 2 ans et avant l'enfouissement de l'engrais vert, épandage de 4 tonnes/ha de chaux.
- remise en eau de la Tarodière, préparation du sol selon les techniques traditionnelles. Plantation à partir de boutures désinfectées.
- 2 cultures de Taros qui devront être suivies durant 2 ans, soit d'une jachère à Légumineuse, soit de cultures potagères.

En l'absence d'expérience factorielle valable pour les sols de Rurutu, la transposition des résultats connus aux Antilles et à Hawaii ainsi que ceux obtenus sur place permettent de conseiller un apport d'engrais selon le processus suivant :

A la plantation (pour une plantation à 15 000 plants/ha) apporter par trou 10 g d'Urée à 40% (éviter le sulfate d'Ammonium en raison de son pouvoir acidifiant), 10 g Superphosphate à 30% et 8 g de Chlorure de Potassium à 60%.

Après 4 mois apporter le reliquat par épandage soit par pied : 3 g d'Urée, 3 g. de Superphosphate et 2 g de Chlorure de Potassium.

Cette fumure assurant un apport total de :

160 Kg/ha chlorure de Potassium à 60% soit 96 unités de K_2O
200 Kg/ha de Superphosphate à 30%, soit 60 unités de P_2O_5
200 Kg/ha d'Urée à 40%, soit 80 unités d'Azote.

Cette fumure répond aux besoins des Colocasia dont les exportations sont similaires à celles indiquées pour les Xanthosoma. Elle pourra être modifiée selon le type de sol, particulièrement en ce qui concerne le Phosphore, l'élément important dans le contrôle du Pythium étant, semble-t-il, la Potasse.

En ce qui concerne la résistance des Colocasia au Pythium, en terre infectée et en présence d'engrais, les essais faits à Rurutu ont donné les résultats suivants :

Sensibilité variétale

Variétés	Nombre de plants total	Nbre de plants malades, Fumure NPK	
		Sans désinfection des tubercules	Avec désinfection
Amoa ere ere	45	10	4
Rapa	"	3	0
Tii Tii	"	11	1
Apo	"	2	2
Amoa ura ura	"	7	6

Pour une plantation en terre infectée, la désinfection des boutures ne semble présenter d'avantage que dans le cas de variétés sensibles au parasite. Cependant cette pratique doit être développée pour éviter les risques de dispersion du parasite. L'apport d'engrais, en revanche, marque beaucoup.

Variété Amoa Ere Ere, parcelle de 150 plants :

Fumure	NPK
Taros malades	8
Taros sains	142

Poids moyen des tubercules : 2,5 Kg

Signalons à ce propos que le poids moyen des tubercules de Colocasia en culture polynésienne est de 0,8 à 1,5 Kg.

Parcelle témoin non fumée, 150 plants :

Taros malades	150
Taros sains	0

Il faut cependant souligner que cette expérimentation a été faite dans des conditions un peu particulières, la fumure reçue par les plants étant l'équivalent de :

- 10 tonnes de phosphate naturel de Makatea à 20% P_2O_5 , soit 2000 unités P_2O_5 (?)
- 2 250 Kg/ha de Sulfate d'Ammonium à 20%, soit 550 unités d'Azote
- 2 250 Kg/ha de Chlorure de Potassium à 60%, soit 1350 unités de Potasse

Le fait que malgré ces doses excessives, les plants n'aient manifesté aucun symptômes de brûlure doit être vraisemblablement recherché dans le lessivage des éléments actifs par les eaux d'irrigation.

En définitive, les mesures à employer en culture de Colocasia pour la lutte contre le Pythium sont les mêmes que pour les Xanthosoma et consistent à assurer à la plante, d'une part un milieu physique favorable, bien équilibré du point de vue biologique, d'autre part une fourniture d'éléments assimilables suffisante pour lui assurer un bon état végétatif et des rendements améliorés.

CONCLUSION -

Le problème de la pourriture à Pythium des Xanthosoma de Nouvelle Calédonie doit donc pouvoir être résolu par l'emploi de techniques agricoles adaptées. Un problème reste cependant posé, celui de l'avenir de la culture des Aracées alimentaires dans un pays où la concurrence sévère du Secteur Minier entraîne une défaveur de plus en plus prononcée de l'Agriculture vivrière traditionnelle. Les plantes les plus touchées par cette concurrence sont celles dont les techniques, fixées depuis des générations, suivent toute une série d'interdits de divers ordres, encore en vigueur actuellement, bien que certains aient déjà disparu, c'est-à-dire essentiellement l'Ignome, plante mâle des Mélanésiens et le Taro, illustration du principe femelle dans la vieille société Calédonienne. Par Taro, il faut entendre Colocasia, les Xanthosoma n'étant que d'introduction récente et non "traditionnalisés". Ce sont ces deux plantes, Ignomes et Colocasia qui présentent dans l'avenir vivrier de la Calédonie, l'importance la plus grande. L'Ignome parce que le Mélanésien reste attaché à ce dernier chaînon qui le relie à la tradition ancestrale et que cet aliment reste celui des grandes fêtes traditionnelles, le Taro pour les mêmes raisons mais également parce qu'il correspond à un type de nourriture très apprécié non seulement des Mélanésiens, mais également d'une bonne part de la population européenne de Nouvelle Calédonie.

De ces deux plantes, c'est peut être le Taro qui présente la plus grande originalité. L'Ignome est cultivée avec des techniques que l'on retrouve dans tous les pays tropicaux africains ou asiatiques. Le Taro en revanche a permis aux populations mélanésiennes et polynésiennes le développement de techniques totalement originales et dont l'adaptation aux exigences de la plante témoigne de l'esprit terrien de ces populations. Le Pacifique est en effet la seule région où l'installation des Taro dières irriguées ait atteint un niveau technique surprenant pour ces populations que l'on avait un peu tendance à considérer comme attardées. Or cette technique, toujours identique à elle-même, se retrouve dans des régions de Mélanésie où l'influence polynésienne à toujours été à peu près nulle et en particulier les Hautes Terres de Nouvelle Guinée. Il semble donc que la Mélanésie soit le berceau d'origine de ces techniques de culture en terrasses à flanc de montagne ou en parcelles irriguées de fond de vallée, dont les reliques sont courantes en Nouvelle Calédonie où elles font partie intégrante du paysage. La diversité des variétés cultivées, en Mélanésie malheureusement en voie de disparition par épuisement du matériel humain nécessaire à leur conservation, milite également en faveur de cette hypothèse. Une nécessité s'impose donc, celle de sauvegarder le patrimoine culturel que constituent les techniques de culture irriguées du Taro. Cette sauvegarde a déjà été entreprise par divers auteurs, sur le plan de l'ethnologie ou sur celui de l'ethnobotanique, mais un travail reste à faire, celui de l'adaptation des variétés encore existantes aux

exigences d'une agriculture moderne en tenant compte des observations mises en pratique par des générations d'agriculteurs mélanésiens. La culture des Colocasia peut, en effet, par les exigences particulières de cette plante au point de vue sol, sa forte productivité et son intérêt comme aliment amylacé, apporter une solution au problème de la mise en valeur de quelques régions tropicales et à celui de l'alimentation de certaines populations de l'arc mélanésien et même, pourquoi pas, du Sud Est Asiatique. Le premier pas à franchir dans cette préoccupation est l'établissement du catalogue **des techniques** élaborées d'un bout à l'autre du Pacifique. Ce catalogue est du ressort d'un Agronome doublé d'un Ethnobotaniste. Hommage doit être rendu ici à l'oeuvre accomplie dans ce domaine par J. BARRAU qui a très largement contribué à la connaissance des aspects, souvent inattendus, des techniques vivrières du Pacifique. Il est à souhaiter que son oeuvre soit continuée et même prolongée, par une sauvegarde non plus du capital traditionnel, mais celle, plus importante peut être, du matériel végétal, seul lien qui nous relie encore aux origines de l'Agriculture en Mélanésie.

Nounéa, 1er Mars 1965

- - -

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARRAU J. - L'Agriculture vivrière autochtone de la Nouvelle Calédonie - Commission du Pacifique Sud, Doc. Tech., 87, pp. 153, 1956.
- BARRAU J. - L'Agriculture vivrière indigène aux Nouvelles Hébrides - Journ. Soc. Océanistes XII, 181-215 1956.
- BARRAU J. - Les Aracées à tubercules alimentaires des Iles du Pacifique Sud. - Journ. Agric. Bot. Appl., IV 1 - 2 : 34 - 52, 1957.
- BARRAU J. - Subsistence Agriculture in Melanesia - Bernice P. Bishop Museum, Bull. 219, pp. 111, 1958.
- BARRAU J. - Subsistence Agriculture in Polynesia and Micronesia - Bernice P. Bishop Museum, Bull. 223, pp. 94, 1961.
- BARRAU J. - Les plantes alimentaires de l'Océanie. Origines distributions et usages. - Ann. Mus. Col. Marseille 7e Ser. Vol. 3 - 9, 1 - 275., 1962.
- CAMPBELL J.S. & GOODING H.J. Recent developments in production of food crops in Trinidad. - Trop. Agric. Trinidad., 39,4 261 - 270, - 1962.
- CARPENTER C.W. - Suggestions for reducing losses from Taro rot. Min. Sheet n° 11, Hawaii Agric. Exp. An. Rept., 1917 - 1918.
- DADANT R. - Premiers résultats dans la lutte contre la maladie du Taro dit des Nouvelles Hébrides - Rev. Agric. Nlle Calédonie, III, 11 - 12, 1952.
- DADANT R. - Une maladie du Taro en Nouvelle Calédonie Atti VI Congresso Intern. Microb. Rome, Vol. 5 Sect. XIV, pp. 250 - 257, - 1953.

- GOMEZ-MORENO M.L. - Araceas de Fernando-Po
Ann. Agric. Terr. Esp. Golfo de Guinea, 1942
7 - 37, 1943
- GOODING H.J. & CAMPBELL J.S. Preliminary trials of West Indian Xanthosoma
Cultivars Trop. Agric. Trinidad, 38,2 - 145 -
152, 1961.
- HODNETT G.E. - A fertilizer experiment on Dasheen
Trop. Agric. Trinidad - 35,3 - 205. - 1958.
- HUGUENIN B. - Rapport de Mission en Polynésie Française
Dact. ORSTOM - I.F.O., Fév. 1963.
- JOHNSON L.F. & al. - Methods for studying soil microflora - Plant
disease relationship.
Burgess Publish. Co. 178 pp. 2nd Ed. 1960.
- MARTIN P. - Untersuchungen über ein Phytopathogenes Toxin
von Pythium irregulare Buisson
Phyt. Zeitschrift 50, 3. 235 - 249, 1964.
- MASSAL E et J. BARRAU - Pacific subsistence crops : Taros
S.P.C. quarterly Bull. 1955
- MASSEY G. - Diseases of Colocasia in Jamaica
J. Linn. Soc. London 24. 45 - 49, 1887.
- MIDDLETON J.T. - The Taxonomy host range and geographic distri-
bution of the Genus Pythium
Mem. Torrey Bot. Club. XX, 1 : 1 - 171, 1943.
- PLANT PATHOLOGY - In Rep. Hawaii, Agric. exp. Sta. 1936,
pp. 33 - 35, 1936.
- PLANT PATHOLOGY - In Rep. Hawaii Agric. Exp. Sta. 1937
pp. 35 - 45, 1938.
- PARRIS G.K. - Diseases of Taros in Hawaii and their control
Circ. Hawaii Agr. Exp. Sta. 18, 29 pp. 1941
- PETERS F.E. - La composition chimique des aliments du
Pacifique Sud. - C.P.S. Doc. Tech. N^o 115,
Nouméa 1958.

- POSNETTE A.E. - Root rot of Cocoyams (Xanthosoma sagittifolium Schott). Trop. Agric. Trin. XXII, 9 : 164 - 170, 1945.
- SEDGWICK T.E. - The root rot of Taro
Hawaii Agr. Expt. Stat. Bull. 2, 1 - 21, 1902
- SHEPHERD E.F. - Cocoyam root rot in the Gold Coast
Pap. 3rd. W. Afr. Agr. Conf. 1938, 1 : 83 - 86; 1940.
- SIDERIS C.P. - PAXTON G.E. - Pathological Histological and symptomatological studies of Pineapple root rots.
Amer. J. Bot. XVIII, 6 : 465 - 498, 1931.
- SIDERIS C.P. - Taxonomic studies in the family Pythiaceae II
- Pythium Mycologia 24, 1 : 14 - 61. 1932.
- STEINS - Rapport de Tournée aux Iles Australes
Dact. Serv. Agric. Polynésie Française 1959.
- SYMOND J.E. - Report on the Department of Agriculture, Gold Coast for the years 1937 - 1939. 22 p. 1939.
- UICALO - Compte rendu annuel de l'Assemblée Générale des Délégués de l'UICALO - Nouméa 10 - 13 Août 1951
- WRIGHT J. - Root rot of cocoyams
Dept. of Agriculture Gold Coast Year Book 1930.
pp. 184 - 197, 1930.