

LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LE
SCOLYTE DE LA GRAINE DU CAFÉIER
HYPOTHENEMUS HAMPEI FERR.
(COLEOPTERA: SCOLYTIDAE)
EN NOUVELLE-CALÉDONIE.

P. COCHEREAU et T. POTIAROA

INTRODUCTION

Il est admis que le scolyte de la graine du caféier (*Hypothenemus hampei* Ferrari), est originaire de l'Afrique centrale (Waterhouse et Norris, 1981) mais vraisemblablement aussi de l'Afrique de l'Ouest, si l'on considère la richesse de sa faune parasitaire que nous venons d'y observer (Brun et al., 1994). Depuis le début du siècle, il s'est progressivement installé dans toute les grandes zones caféières du monde; seule reste indemne la partie sud-ouest du Pacifique proche de la Nouvelle-Calédonie : Papousie-Nouvelle-Guinée, Australie, îles Salomon et Vanuatu. Il y a cinq ans : catastrophe nationale en Colombie: le scolyte venait d'arriver. Un programme anglo-colombien de recherche en lutte biologique de 1,5 million de dollars sur trois ans y démarre actuellement.

LE RAVAGEUR

Le scolyte du grain de café est un insecte séminivore qui appartient à l'ordre des Coléoptères et à la famille des *Scolytidae*. La totalité de son cycle de développement se déroule à l'intérieur de la graine de caféier à l'endosperme corné. Seul l'adulte - en particulier la femelle - peut présenter une phase aérienne pour la recherche de sa nourriture et du lieu de ponte ou la recherche du partenaire sexuel. De forme cylindrique l'insecte adulte mesure environ 1,5 mm de long sur 0,8 mm de diamètre, le mâle étant plus petit que la femelle; l'oeuf est de taille respectable, comparé aux dimensions de la femelle, puisqu'il mesure 0,5 mm de long.

LA PLANTE

Le caféier (*Coffea canephora* et *C. arabica*) appartient à la famille botanique des Rubiacées. Cette importante famille comporte surtout des arbustes représentant près d'une centaine de genres et plusieurs centaines d'espèces. Les genres *Coffea* (genre arbustif le plus souvent originaire de la forêt dense humide africaine), *Cinchona* (le quinquina), *Gardenia*, *Ixora* (plantes ornementales), *Galium* (mauvaises herbes), *Psychotria* (commun en Nouvelle-Calédonie) sont bien connus. Les feuilles sont opposées, parfois verticillées, entières et munies de stipules, sans latex. Les fleurs, régulières, sont réunies en inflorescences terminales ou axillaires, comme chez le caféier. Le calice est soudé à un ovaire infère creusé de deux loges.

Le fruit charnu du caféier, où se développe le scolyte, est une drupe d'environ 1,5 cm de long à maturité, de forme ovale elliptique, fixée à sa branche fructifère par un court pédicelle ; selon la variété de caféier, elle demande 6 à 9 mois après la floraison pour atteindre sa maturité ; de couleur verte elle grossit et passe par la couleur jaune puis orange avant de devenir rouge.



S'il n'est pas récolté ce fruit noirçit en se désséchant sur l'arbre ou tombe à terre ; les populations du scolyte peuvent continuer à se développer dans ces fruits secs. L'apex du fruit présente un disque central entouré des vestiges des lobes du calice au centre duquel une petite dépression, plus ou moins prononcée selon les variétés de caféier, correspond à l'emplacement du style ; c'est l'endroit privilégié de pénétration de l'insecte dans le fruit, que ce dernier soit vert, orange ou rouge. La drupe est constituée d'un épiderme fin et translucide protégeant une pulpe molle de couleur jaunâtre riche en mucilages et légèrement sucrée, le mésocarpe ; s'y développent parfois les asticots de mouches des fruits. A l'intérieur de la pulpe, les graines du caféier, au nombre de deux en général (parfois une seule graine arrondie), sont enveloppées d'un fin endocarpe dur et fibreux appelé parche. Les deux graines de forme ellipsoïdale mesurent de 8 à 12 mm de long et sont accolées l'une contre l'autre par une face aplatie coupée en deux par un profond sillon ; l'autre face de la graine est convexe. A la surface de la graine une très fine peau argentée protège un endosperme verdâtre et corné plié en des circonvolutions caractéristiques et un petit embryon rectiligne situé du côté du pédicelle du fruit. Après le dépulpage du fruit, le séchage des graines en parche et le déparchage de ces dernières, on obtient le café vert marchand soumis à l'expertise et prêt à être torréfié.

ELEMENTS DE BIOLOGIE ET D'ETHOLOGIE SUR LE SCOLYTE DE LA GRAINE DU CAFEIER *HY- POTHENEMUS HAMPEI*

Lors de son éclosion dans une graine déjà infestée la femelle du Scolyte présente une couleur brun clair ; elle reste immobile durant quelques heures tandis que sa couleur commence à s'assombrir (elle deviendra franchement noire 5 jours plus tard). Aussitôt a lieu l'accouplement avec un mâle se trouvant déjà dans la cerise. Sinon, la femelle devra rechercher un mâle dans une autre cerise. Débute alors la maturation de ses oeufs. La femelle commence à se nourrir dans la cerise où elle se trouve ou, s'il n'y a plus de nourriture, elle en sort pour choisir une autre cerise à un stade réceptif : l'épiderme et la pulpe de la cerise ne doivent pas être trop durs, comme chez une petite cerise verte non développée, tandis que la graine de la cerise (verte, dans ce cas) ne doit pas être aqueuse, mais être assez dure, pour que l'insecte, qui l'atteint deux jours environ après avoir commencé son trou d'entrée (d'un diamètre de 0,5mm), puisse y creuser un tunnel, s'y nourrir, puis y déposer ses oeufs. C'est pour cette raison que, lorsqu'un choix est possible, les cerises rouges sont préférées aux cerises vertes ou brunes (cerises rouges ayant séché sur l'arbre ou après la récolte). La période de pré-oviposition et de maturation des oeufs correspond aux deux à trois jours au minimum que dure la formation du tunnel de prise de nourriture et de ponte, depuis l'apex de la cerise en général jusqu'à une des deux graines du fruit ; cette période peut cependant s'étaler sur 9 jours. La majorité des femelles commence à pondre 5 à 6 jours après leur émergence (extrêmes : 3 à 9 jours) ; le maximum moyen de la ponte survient vers le 11^{ème} jour ; 2 à 3 oeufs sont pondus par jour pendant une vingtaine de jours ; ensuite la ponte diminue progressivement durant un mois. Au cours de sa vie une femelle peut pondre jusqu'à 70 oeufs, soit une cinquantaine en moyenne. Au cours de sa ponte le Scolyte femelle peut attaquer plusieurs cerises successivement. L'incubation de l'oeuf du Scolyte dure 7 jours, ses stades larvaires 12 à 19 jours (le mâle se développe 3 à 4 jours plus vite que la femelle), la prénymphose 2 à 3 jours et la nymphose 4 à 5 jours. Au laboratoire, le mâle adulte vit en moyenne un mois et la femelle deux mois. En salle d'élevage à 25° et avec une hygrométrie proche de 100 % (à l'intérieur

de la cerise) le cycle du Scolyte demande de 25 à 27 jours. Au champ, lorsque les cerises ne sont pas mûres et que la température peut descendre, comme en Nouvelle-Calédonie, jusqu'à 7° en saison fraîche, chaque génération du Scolyte dure plus longtemps. On a observé en Nouvelle-Calédonie (Cochereau, 1991) en moyenne 2.2 femelles pour un mâle dans les cerises rouges et 4 femelles pour un mâle dans les cerises vertes ; dans ce cas la proportion des mâles augmente en même temps que se développent les populations; ce qui, en l'absence de parthénogénèse, est un facteur favorable à une bonne fécondation des femelles et donc au développement des pullulations. Divers auteurs retiennent en moyenne un sex-ratio de 10 scolytes femelles environ pour 1 mâle. On n'observe jamais un mâle sans femelle, que la cerise soit rouge ou verte. Par ailleurs, il est possible de trouver des cerises hébergeant des larves sans aucun adulte, ce qui indique qu'une femelle fondatrice peut quitter une cerise après y avoir pondu et malgré l'abondance de nourriture disponible. On trouve normalement à la dissection des cerises des populations d'oeufs, de larves, de nymphes et d'adultes beaucoup plus nombreuses dans les cerises rouges que dans les cerises vertes (de 2 à 9 fois plus) ; en effet le scolyte peut commencer à forer sa galerie puis pondre lorsque la cerise est encore verte, ensuite les larves et les nymphes se développent dans la cerise au fur et à mesure que cette dernière mûrit. Une simple cerise sèche peut héberger une centaine de scolytes à l'état de larves, nymphes et surtout adultes.

LE SCOLYTE DE LA GRAINE DU CAFÉIER EN NOUVELLE-CALÉDONIE

Le scolyte a dû arriver en Nouvelle-Calédonie par exemple dans des sacs de café non desinsectisés, lorsqu'un Service phytosanitaire efficace n'existait pas encore sur ce Territoire. Le ravageur a été observé pour la première fois dans le nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie, dans la région de Gomen, en août 1948 (Bugnicourt, 1950; Cohic 1958), si ce n'est plus tôt (Lavabre, 1966). Ainsi, c'est depuis le tiers nord de l'île, plus chaud, que le ravageur s'est en cinq ans répandu sur l'île tout entière en descendant progressivement vers le sud le long des deux côtes Est et Ouest. L'insecte s'est à la longue parfaitement acclimatée aux températures hivernales du Territoire, mais n'a pu y rencontrer ses ennemis naturels qui sont restés dans les plantations africaines, les parasites du scolyte n'ayant pu suivre d'eux mêmes leur hôte dans les sacs de café; ce qui fait que depuis son introduction le scolyte pullule dans les caféières néo-calédoniennes. Entre Houailou et Hienghène, sur la côte Est, il s'est même adapté au redoutable Endosulfan, en développant des souches résistantes à cet insecticide.

Dés septembre 1949 le Gouverneur de la Nouvelle-Calédonie promulgait par arrêté les mesures de lutte culturale à prendre contre ce ravageur: récolte sanitaire, date limite de récolte, traitement par voie humide, suppression des plantations abandonnées et des plantations mixtes de *Coffea canephora* var. *robusta* et *C. arabica* aux maturations décalées. Par la suite Cohic et Lavabre ont préconisé, entre autres, la lutte chimique, notamment à l'aide de l'endosulfan. Cochereau (1965) constate qu'en 1964 les pourcentages des cerises mûres scolytées varient sur la côte Est de 7% à 99% (17 prélèvements portant sur un total de 5500 cerises prélevées) et en février 1965 entre 1% et 94% (13600 cerises en 34 prélèvements); il rappelle la récolte sanitaire, préconise de parfaire l'ombrage au moyen d'*Albizia lebeck* (L.) Benth. (le "bois-noir"), car il suffit de quelques caféiers non ombragés dans une plantation pour constituer des foyers à scolyte, de supprimer les caféiers *Arabica* subsistant au milieu d'une plantation de *Robusta*, ainsi que les arbres malades ou asphyxiés

par l'eau dont la floraison est décalée, d'empêcher enfin par un traitement chimique sous bâche les scolytes adultes de s'envoler des aires de séchage des cerises à la récolte. Il note en trois biotopes, sur 12% à 22% des cerises scolytées, la présence du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* : en deux vallées de montagne (Amoa et Nimbayes) et en bordure de mer (Touho).

Les dégâts du scolyte sur cerises (pourcentage des cerises mûres trouées), d'abord grossièrement évalués en général à 50 % par les services de l'Agriculture de Nouvelle-Calédonie, ont été ramenés en 1966 par Lavabre entre 10 et 25% en vallée de montagne, mais montés à 90 % sur la côte Est (Poindimié-Touho), le chiffre global moyen de 33% étant retenu. Lavabre rappelle l'incidence limitative du champignon *Beauveria* bien qu'il ne l'ait pas observée. Dans le cadre des travaux récemment menés en Nouvelle-Calédonie, nous avons souvent constaté que les populations, donc les attaques du ravageur sur les cerises, sont au même moment souvent très différentes (de 0 à 100% des cerises trouées) d'une plantation à une autre voisine et même entre deux arbres voisins d'une même plantation. Ces situations se retrouvent d'une année sur l'autre aux mêmes endroits, avec des variations normales dues au climat de l'année. Ceci montre que ces diverses populations sont régies par des facteurs de mortalité autres que les facteurs de mortalité intrinsèques à l'espèce et comme l'insecte se déplace peu, il ne faut pas, dans ces conditions, trop compter sur lui pour propager la mycose dans la nature; par contre, si la souche choisie de *Beauveria* est agressive, des épandages appropriés de spores ou de mycélium, et bien situés par rapport à la gradation du ravageur, doivent s'avérer efficaces.

ETUDE DES CERISES SECHES

En janvier-février, deux à trois mois après les dernières récoltes, peuvent subsister sur quelques caféiers d'une plantation donnée un certain nombre de cerises complètement desséchées, car elles viennent d'être soumises durant deux à trois mois au moins à une sécheresse prolongée. Ce sont des cerises qui ont été négligées lors du dernier passage du récolteur, ou bien elles proviennent de quelques fleurs tardives qui, au moment de la récolte, s'étaient transformées en cerises vertes non encore récoltables.

Les cerises scolytées récoltées sont emportées loin du champ avec les populations de scolyte qu'elles contiennent; ces dernières sont ainsi éliminées de la plantation par l'homme de façon manuelle. En général ces cerises sont soumises à l'usine ou à la micro-unité au traitement par voie humide. Lors de ce traitement, les cerises puis les graines surnageant dans l'eau, scolytées ou non, sont soustraites de la récolte. Le traitement élimine ainsi une certaine proportion des populations de scolytes en cours de multiplication dans les cerises récoltées, au moins les jeunes stades qui n'auront pas le temps d'atteindre le stade adulte avant le séchage de la graine en parche sur la claie. Cependant, nous avons montré que dans les cerises surnageant éliminés de la trémie (le "flotteur"), ou dans les grains surnageant éliminés des bacs, les larves de scolyte peuvent continuer à se développer dans les tas de ces déchets déposés à proximité, tandis que les scolytes adultes s'envolent de ces sites de multiplication. Ils vont se réfugier dans les cerises des plantations les plus proches non encore récoltées ou, si elles le sont, dans les dernières cerises abandonnées sur les arbres de ces plantations.

Ce sont dans de tels abris que tout au long de la saison sèche continuent à se

développer les populations tardives de scolytes. Ces populations résiduelles sont numériquement très faibles si on les compare aux énormes populations qui se développent sur une récolte. Ils ont néanmoins une très grande importance dans la dynamique des populations d'une plantation donnée, car c'est à partir de celles-ci que l'infestation de la fructification suivante va démarrer. Les facteurs de mortalité qui interviennent sur les populations de scolytes contenues dans les cerises sèches présentent ainsi une importance primordiale. Dans une même plantation, on observe des différences considérables dans les populations résiduelles d'une zone à l'autre de la plantation, d'un arbre à l'autre et même d'une cerise sèche à l'autre. Ces différences se retrouvent ensuite dans l'infestation des cerises rouges d'une zone à l'autre ou d'un arbre à l'autre au cours de la fructification suivante, car les femelles fondatrices sont alors essentiellement sédentaires.

Les cerises sèches sont parfois recouvertes d'une croûte de filaments mycéliens liée à la présence antérieure sur les branches, sur les feuilles et sur les cerises du caféier de cochenilles du genre *Coccus*, puis de fumagine du genre *Meliola* développée sur leurs miellats. Cette croûte est très hygroscopique; elle absorbe l'eau des rosées matinales et maintient ainsi un degré hygrométrique favorable autour de la cerise et à l'entrée du trou du scolyte. Les deux grains d'une cerise sèche présentant souvent un seul trou de scolyte et peuvent être réduits en une poudre noire attestant l'action prolongée d'une importante colonie du ravageur, alors qu'ils n'hébergent plus un seul insecte. On peut considérer que dans ce cas tous les scolytes sont sortis d'eux-mêmes de la cerise, mais sans pouvoir trouver de cerises à un stade favorable pour être infestées, ou alors ils ont été éliminés ou chassés. Dans d'autres cas, les deux grains réduits à une dentelle noire peuvent abriter jusqu'à 85 adultes. Il peut arriver qu'on trouve au milieu d'une poudre noire, avec de nombreux adultes, quelques oeufs et jeunes larves qui n'ont plus grand'chose à manger. Ce milieu interne est parfaitement isolé de l'extérieur ensoleillé et desséchant par le péricarpe parcheminé de la cerise et par les parches des grains, et d'autant plus que souvent le trou initial d'entrée dans la cerise est bouché par un des scolytes de la colonie qui se tient là en permanence en présentant son pygidium vers l'extérieur. Lorsque la cerise provient d'un biotope très sec (Bangou) ce scolyte est souvent mort, alors que la plupart des scolytes à l'intérieur de la cerise sont encore vivants.

Fin janvier 1993, la pulpe des quelques cerises rouges observables en général non scolytées est très aqueuse, tandis que les grains (avortés ?) se présentent sous la forme de lamelles. A La Coulée surtout, mais aussi à Païta et à N'Dé, les cerises sèches de l'année précédente sont recouvertes d'une croûte noirâtre constituée de nombreux poils très fins et hygroscopiques de la fumagine. S'y réfugient de petits nématodes et dans les crevasses de cette croûte, souvent près de l'entrée du trou du scolyte, à l'apex de la cerise, divers acariens, en particulier un Oribate de la famille des *Zetorchestidae* recouvert d'une cuirasse marron.

A Païta, le 1er février, on a récolté 1400 cerises sèches scolytées à 99%. Les deux grains de chaque cerise sont le plus souvent transformés en un "gruyère" tout noir, parfois pulvérulent, où grouillent des dizaines de scolytes adultes, avec quelques rares larves et nymphes. Dans certaines cerises on trouve plusieurs espèces de larves de coléoptères sans doute prédatrices; recouvertes de poils, les mandibules très pointues, elles présentent des expansions pygidiales semblables à des cerques. A Païta a été observé un petit coléoptère à forme de carabe. Souvent, une proportion non négligeable des scolytes adultes

est morte, parfois tous les scolytes sont morts. Les commensaux compétiteurs du scolyte dans les cerises sèches sont des larves de coléoptères, en particulier celles de la bruche *Acanthoscelides obtectus*, avec diverses espèces de petites chenilles, parfois rouges, très agiles; elles peuvent aussi tisser des toiles à l'extérieur de la cerise. On peut ainsi avancer la présence dans ces cerises sèches des familles de coléoptères suivantes, soit prédatrices, soit commensales : *Bruchidae*, *Colydiidae*, *Cucujidae*, *Ostomidae*, *Inopeplidae*, *Cerambycidae*, *Cryptophagidae*, *Corylophidae* et *Cebrionidae*.

A La Coulée le 4 février 1993 et au Col de la Pirogue le 16 février a été observé dans des cerises déjà scolytées, sur des chenilles et des larves de bruche se trouvant dans ces cerises, mais aussi à l'extérieur de cerises scolytées recouvertes d'une croûte noire de fumagine, un acarien Trombidiforme Tarsosème de la famille des *Pyemotidae* (= *Pediculoididae*). Il a pu être élevé au laboratoire sur des oeufs; des larves, des nymphes et même des adultes marron (venant de muer) d'*H. hampei*. Les proies sont alors complètement vidées et réduites à leur épiderme. Celles qui ne sont pas vidées à cause de l'excès de nourriture sont néanmoins tuées, peut-être par des piqûres nutritionnelles; même des scolytes adultes bien chitinisés sont retrouvés morts. Au laboratoire, mise en présence de l'acarien, "la fourmi électrique" (*Wasmannia auropunctata*) est retrouvée morte au bout de 24 heures. Les formes mobiles sont très petites et se déplacent avec vivacité; au laboratoire elles passent à travers les grillages des boîtes d'élevage à maille de 0.12 mm. Cependant, lorsqu'elles ont trouvé une proie convenable, elles y enfoncent leurs chélicères en forme de stylets piqueurs et y restent fixées. Au fur et à mesure qu'elles en absorbent l'hémolymphe l'extrémité de leur abdomen se distend démesurément et prend la forme d'une bille jusqu'à atteindre 200 à 300 fois son volume initial. *Pyemotes* (= *Pediculoides*) *ventricosus* est connu pour être ectoparasite de diverses larves d'insectes; cette espèce voit également son abdomen se distendre en une sphère énorme lors de la prise de nourriture. Ce phénomène spectaculaire est aussi connu chez *Siteroptes* (= *Pediculopsis*) *graminum*. Les oeufs se développent et éclosent à l'intérieur de la boule et les acariens y deviennent adultes; quelques mâles fécondent toutes les femelles avant la rupture du sac et l'émergence générale. Une femelle donne naissance à environ 300 acariens. A La Coulée, où cet acarien a été observé pour la première fois, on trouve très peu de scolytes adultes dans les cerises trouées, sauf une exception sur 20 lorsque 85 scolytes adultes occupaient une cerise, les deux grains attaqués étant réduits en dentelle. Des petites chenilles et des larves de bruche entrent en compétition avec le scolyte pour la nourriture. Ainsi chenille, bruche et scolyte sont attaqués par l'acarien (jusqu'à une trentaine de "billes" sur une seule chenille). On ne rencontre pas d'oeufs, de stades larvaires et nymphal du scolyte dans ces cerises, si quelques scolytes adultes vivants subsistent dans la sciure de la chenille où ils ont trouvé refuge. Ils représentent sans doute la descendance de larves et de nymphes ayant échappé à l'acarien en présence ou non de chenille et de bruche.

Le 8 février, au Col de la Pirogue, toutes les cerises fraîches sèches (de l'année) sont scolytées. La pulpe des cerises rouges est parfois attaquée par des oiseaux, tandis que les grains en lamelles vides restent très aqueux. Le scolyte s'y développe sans doute difficilement. Dans les cerises rouges on trouve parfois de nombreuses larves et nymphes, ce qui indique un début de multiplication des populations.

A la tribu de Bangou les 8 et 9 février, sur une plantation beaucoup plus sèche, les cerises sèches (de l'année précédente) n'hébergent que des scolytes

adultes. Dans ce cas, en règle générale, un scolyte adulte bouche avec son pygidium le trou d'entrée de la cerise; sa tête est donc dirigée vers le milieu intérieur de la cerise. Cet insecte est vivant en général, mais il peut être mort.

Le 15 février à La Coulée parmi 18 cerises sèches scolytées récoltées sur le même caféier (n° 305), certaines ne renfermaient plus aucun scolyte, par contre on peut observer dans d'autres cerises voisines de nombreux scolytes adultes (jusqu'à 71 adultes dans une cerise) avec quelques oeufs et larves; dans une même cerise, l'un des grains peut être consommé par le scolyte, tandis que l'autre est colonisé par une larve de bruche ou une chenille.

Le ravageur

ESTIMATION DES PERTES DUES AU SCOLYTE SUR UNE MICRO-UNITÉ DE TRAITEMENT PAR VOIE HUMIDE

Le traitement par voie humide et les échantillonnages

Par opposition au traitement par voie sèche, où les cerises sont mises à sécher au soleil après leur récolte sur des claies ou à même le sol, le traitement par voie humide permet d'éliminer une certaine proportion de cerises scolytées et de stopper le développement du ravageur dans les grains commercialisables. Par la voie sèche, les larves de scolyte continuent à se développer jusqu'à leur mort dans la cerise disposée sur l'aire de séchage tout en consommant l'intérieur du grain, tandis que les adultes peuvent s'envoler à nouveau vers les plantations.

Une micro-unité de traitement par voie humide comprend une aire de déchargement et de pesage des touques ou des sacs de cerises amenés par camionnette dans les 24 heures après la récolte. Un premier échantillonnage de cerises tout venant a été effectué à ce niveau. Les cerises peuvent encore attendre 24 heures avant d'être traitées par le gérant de la coopérative de producteurs. Les cerises sont alors déversées dans une trémie en béton de plusieurs mètres cubes alimentée par une arrivée d'eau courante et emplie d'eau. Elles sont bien remuées avec un bâton de façon à ce que toutes les cerises légères puissent remonter à la surface de l'eau. Une certaine proportion des cerises flotte à la surface de l'eau ("le flotteur"). Leur prélèvement au tamis effectué, elles sont soit jetées, soit conservées pour un traitement ultérieur à part. Une seconde série d'échantillonnages est alors effectuée sur les cerises-flotteur et sur les cerises du fond de la trémie. Celles-ci sont parfois laissées à fermenter dans la trémie afin de faciliter le dépulpage, mais le plus souvent elles passent immédiatement au dépulpeur. Lorsque le fond de la trémie est ouvert, les cerises sont entraînées par gravité dans le courant d'eau vers le dépulpeur. Cette machine sépare le péricarpe de la cerise de ses grains enveloppés de mucilage. Ces derniers sont alors dirigés par un courant d'eau vers un bac de décantation et de fermentation. On élimine alors un second "flotteur", cette fois constitué de grains. De nouveaux échantillons sont pris à ce niveau. Deux jours plus tard les grains du fond du bac se trouvent naturellement débarrassés de leur mucilage par la fermentation tandis que les populations de scolyte sont asphyxiées à l'intérieur des grains attaqués. Entre temps, d'autres grains sont remontés en surface et sont aussi éliminés. Après lavage, les grains restés au fond du bac sont mis à sécher au soleil sur des claies pendant plusieurs semaines jusqu'à atteindre un taux d'humidité satisfaisant. Un échantillon est prélevé à ce moment. Les claies installées sur des

chariots montés sur rails peuvent, sous des toits de tôle, être rapidement soustraites à une pluie soudaine ou chaque soir aux rosées de la nuit. Des impuretés sèches passent aussi à travers les mailles de la claie lorsque les grains sont remués. Un dernier échantillon est prélevé en fin de traitement sur la claie. Parfois, un système de ventilation d'air chaud provenant d'un toit de tôles chauffées par le soleil est utilisé pour amener les grains en parche au degré d'humidité satisfaisant. Au niveau de la claie, l'élévation de température et la diminution de l'humidité tuent les oeufs et les larves de scolyte survivants. Le grain de café passe alors à la débarcheuse qui le débarrasse de sa parche. Le café vert marchand est ensuite expertisé puis vendu au torréfacteur. Malgré le traitement par voie humide et les éliminations successives de cerises puis de grains scolytés, de nombreux lots de café sont en Nouvelle-Calédonie déclarés "déclassés" par l'expert. Le plus souvent ce sont les grains scolytés qui sont à l'origine de ce déclassement, c'est à dire qu'un échantillon de 300 grammes de café vert contient plus de 120 grains scolytés.

Estimation des pertes sur la micro-unité de Tanghène

La petite plantation mélanésienne de Lindéralique (côte Est de la Province Nord), appartenant à F. Mampasse, est constituée de caféiers Robusta. Non ombragée ("café-soleil"), elle a été plantée en 1985 et s'étend sur 0,25 hectare d'alluvions du bord de mer. Traitée une seule fois à l'endosulfan en janvier 1992, la récolte étudiée a commencé le 28 août 1992. Sont suivies ici les cerises de café récoltées le 7 septembre et contenues dans 17 "touques" (anciens bidons d'huile utilisés couramment lors des travaux agricoles). Le poids moyen des cerises contenues dans une touque pleine est d'environ 12 kg.

A chaque niveau du traitement par voie humide à la micro-unité de Tanghène, proche de Hienghène, des prises d'échantillons, au moyen de boîtes aux volumes connus et proportionnelles au nombre de touques de cerises étudiées, ont été effectuées selon un protocole établi. Sur les cerises, les dénombrements et les pesées ont été effectués sur au moins 2500 cerises et sur les grains sur au moins 12000 grains pleins (outre les grains avortés réduits à une pellicule).

A l'arrivée à la trémie, 39% des cerises "tout venant" sont scolytées. Le poids des cerises saines est comparable à celui des cerises scolytées : 113,9 g/100 cerises saines contre 113,4 g/100 cerises scolytées. Ceci est dû au fait qu'un certain pourcentage de cerises saines contient des grains spongieux ou avortés.

Une fois les 17 touques déversées dans la trémie emplie d'eau, les cerises qui flottent emplissent environ une touque, ce qui correspond à une perte de 6% en volume. A Tanghène, ces cerises ne sont pas traitées et sont jetées. En d'autres micro-unités le "flotteur" peut être traité séparément pour en extraire les grains sains. Mais cette opération supplémentaire représente un surcroît de travail important pour seulement quelques kilos de café. Une touque de cerises-flotteur pèse 1 kg de moins qu'une touque de cerises tout-venant. Mais toutes les cerises qui flottent ne sont pas forcément scolytées.

Etude des cerises du "flotteur" (1 touque sur 17).

Sur un échantillon de cerises -flotteur les cerises scolytées et non scolytées

sont triées, dénombrées et pesées.

On observe parmi les cerises qui flottent 75% de cerises scolytées (88,5 g/100 cerises scolytées) et 25% de cerises non scolytées (89,1 g/100 cerises non scolytées). On ne peut donc dire que le traitement par voie humide s'adresse uniquement au scolyte.

Etude des cerises non scolytées du flotteur (1 cerise sur 4).

Parmi ces cerises, trois cas se présentent :

- A - les deux grains sont pleins et durs
- B - un grain est plein, l'autre spongieux mais il reste volumineux
- C - un grain est plein, l'autre avorté, c'est à dire que ce dernier est réduit à une mince pellicule.

Ces trois catégories se répartissent de la façon suivante:

- catégorie A : 17% 37,7 g/100 grains sains
- catégorie B : 56% 37,7 g/100 grains sains
22,6 g/100 grains spongieux
- catégorie C : 27% 33,0 G/100 grains sains
3,0 g/100 grains avortés

Les cerises saines de la catégorie A flottent, bien que contenant deux grains sains. Cela signifie que les graines ne sont pas assez lourdes, par rapport au poids du volume d'eau déplacé par la cerise, pour faire couler cette dernière dans le fond de la trémie. On élimine ainsi les petits grains, légers dans une cerise volumineuse, bien qu'ils soient sains. Les grains spongieux peuvent être dûs à un déficit en eau lors de la constitution du fruit ou à un facteur génétique. Cette dernière cause doit être avancée lorsque le grain est avorté (pollinisation défectueuse des clones vulgarisés).

Etude des cerises scolytées du flotteur (3 cerises sur 4).

Parmi ces cerises 4 cas peuvent se présenter:

- 22,7% avec 2 grains pleins scolytés
31,5 g/100 grains pleins scolytés
- 30,6% avec 1 grain plein scolyté
28,9 g/100 grains pleins scolytés et
1 grain plein sain
34,8 g/100 grains sains
- 35,3% avec 1 grain plein scolyté
31,4 g/100 grains pleins scolytés et
1 grain avorté
2,1 g/100 grains avortés
- 11,4% avec 1 grain plein scolyté
34,9 g/100 grains pleins scolytés et
1 grain spongieux non scolyté
21,8 g/100 grains spongieux non scolytés

Le grain spongieux n'est jamais scolyté. La comparaison des poids des grains sains des cerises non scolytées avec ceux des grains scolytés du "flotteur"

apporte une approche de la perte en poids à attribuer au scolyte sur chaque grain au moment de la récolte, mais seulement en ce qui concerne les cerises du "flotteur":

- poids moyen des grains pleins sains: 37,7 g/100 grains sains
- poids moyen des grains scolytés : 31,7 g/100 grains scolytés

soit une perte de 16% en poids.

Lorsque l'un des grains est avorté, l'autre n'étant pas scolyté, on observe une influence négative de l'avortement (-12%) sur le poids de l'autre grain fécondé.

Etude des grains surnageant ("grains-flotteur")

On pèse tous les grains surnageant et tous ceux qui coulent. Les grains-flotteur humides pèsent 2250 g. Sur un échantillon de 2005 grains surnageant (une boîte d'un volume connu), les pesées et les dénombrements fournissent les résultats suivants :

3,4 g/100 grains avortés	44,5 %
28,7 g/100 grains scolytés	21,5 %
22,4 g/100 grains pleins sains	11,0 %
11,6 g/100 grains spongieux	23,0 %

Il apparait donc que l'élimination des grains surnageant dans le bac concerne deux fois plus un défaut génétique (la pollinisation) que l'impact du scolyte. Au flottage est aussi éliminé le petit grain sain dont le poids est inférieur au poids du volume d'eau déplacé par sa parche trop volumineuse. A titre comparatif, le grain tout venant (scolyté ou non) humide avec son mucilage qui coule au fond du bac est beaucoup plus lourd, soit 54,7 g/100 grains du fond.

LA LUTTE INTEGREE

La lutte contre le scolyte du café en Nouvelle-Calédonie s'inscrit dans une stratégie de *lutte intégrée*. Celle-ci consiste à rassembler autour du scolyte à combattre toutes les causes de mortalité que l'Homme peut utiliser à son profit. On a vu que l'insecticide a ses limites avec les gènes de résistance opposés par l'Insecte à l'endosulfan. On ajoute ici une cause de mortalité supplémentaire : un parasite naturel que l'on est allé chercher en Afrique. Et il y a d'autres parasites, des prédateurs, des champignons, des compétiteurs et sans doute d'autres maladies, peut-être à virus, qu'il faut étudier, mais qui se trouvent encore en Afrique et qu'il faudrait aller chercher, sans compter les attractifs chimiques. Un chercheur sud-américain a récemment découvert au Togo une guêpe encore plus petite que *Cephalonomia* qui, elle, pond directement dans le scolyte adulte. Nous l'avons également observée fin 1992 en Côte d'Ivoire. Mais, jusqu'ici, cette candidate potentielle à la lutte biologique ne se laisse pas manipuler aussi facilement que sa consœur.

MISE EN PLACE, EN COTE D'IVOIRE (REGION DE MAN), D'UN DISPOSITIF DE PIEGEAGE DES PARASITES DU SCOLYTE DU GRAIN DE CAFE POUR EXPEDITIONS SUR LA NOUVELLE-CALÉDONIE

En février 1991, nous avons récolté quelques dizaines de cerises sèches sur des caféiers des parcelles des collections ORSTOM au Mt Tonkoui (1200 m d'altitude), dans la région de Man (Ouest Côte d'Ivoire), ainsi que sur une parcelle villageoise située près des parcelles "Cacaoyers" de la Station ORSTOM de plaine. De ces cerises ont émergé trois semaines plus tard quelques adultes du parasite Béthylide *Cephalonomia stephanoderis* et une autre espèce de Béthylide *Goniozus* sp. (dét. DELVARE, Cirad-Montpellier). Aucun autre parasite n'a éclos d'expéditions ultérieures de cerises sèches effectuées par E. COUTURON (avril 1991), généticien responsable de la Station ORSTOM de Man.

Par la suite (novembre-décembre 1991), E. COUTURON a conduit un élevage du scolyte par adjonctions périodiques de grains sains dans des boîtes contenant déjà des grains scolytés, mais un programme de recherche des parasites dans la nature n'a pu être inséré dans les activités déjà importantes de la Station de Génétique.

La convention de recherche concernant entre autres la lutte biologique ayant été signée entre l'ORSTOM et la Province Nord de Nouvelle Calédonie en juillet 1992, il fut alors possible d'aller rechercher en Côte d'Ivoire, comme prévu, des souches de *Cephalonomia stephanoderis* et de les expédier sur la Nouvelle Calédonie.

TICHELER (1961) écrit: "En récoltant régulièrement, l'homme est le facteur de mortalité le plus important du Scolyte du grain de café. *Cephalonomia stephanoderis* est le parasite le plus important en Côte d'Ivoire, jusqu'à 50 % des couvains du scolyte dans les cerises noires étaient parasitées par lui. Ses larves vivent en exoparasites sur les larves du dernier stade de *Stephanoderes hampei* et elles se rencontrent alors surtout dans les cerises d'un stade de maturation avancée. Le parasite ne peut pas vivre dans les plantations ombragées."

Par ailleurs KOCH (1973) rapporte de son côté que la période où les populations de *C. stephanoderis* sont élevées est très courte, car au fur et à mesure que la récolte s'avance les populations de son hôte doivent lutter contre un manque de nourriture, vieillissent rapidement et disparaissent à la fin de la saison de la récolte du café par manque de nourriture et de milieu nécessaire à la ponte. Le parasite à ce moment a peu de chances de se reproduire et ses populations décroissent aussi très rapidement. L'impact du parasite sur des populations de scolytes a été étudié dans une plantation où aucune récolte de cerises n'a été effectuée. La présence de *C. stephanoderis* entraîne une diminution des populations de *S. hampei* à la fin de la saison de 20 à 30 %, mais cet effet n'est plus que de 5 % pendant l'intercampagne. Ce parasite pourrait être favorable en Côte d'Ivoire au maintien des populations de scolytes entre deux saisons de café.

Ainsi KOCH n'a pas pu étudier un développement normal des populations de *C. stephanoderis* dans des parcelles expérimentales où des récoltes régulières de cerises mûres étaient effectuées, les cerises scolytées et parasitées étant toujours cueillies au moment où le cycle du parasite venait tout juste de commencer. Lorsque 80 à 90 % des cerises sont mûres, plus de 50 % des cerises sont noires ; les populations de *C. stephanoderis* commencent alors à se déve-

lopper dans 5 à 20 % des cerises scolytées, sur une période de 4 semaines environ. Le nombre des individus vivants de *C. stephanoderis* dans les cerises scolytées décroît rapidement après que le pourcentage des cerises scolytées et parasitées ait atteint son maximum. Selon les tableaux fournis par KOCH, *C. stephanoderis* apparaît en Côte d'Ivoire dans la région de Divo (zone de forêt, à 150 km au sud de Man) à la fin décembre sur caféiers Robusta, le maximum des populations se situant de la mi-janvier à la mi-février. Il est possible que dans la région de Man, beaucoup plus sèche, cette période soit légèrement décalée sur février-mars, la quasi totalité des plantations étant constituées de caféiers *Robusta* (*Canephora*).

Choix de la période de prospection

En octobre 1992 nous demandions depuis Nouméa à E. COUTURON son accord pour venir rechercher sur la Station ORSTOM de Génétique de Man, durant quelques semaines, les parasites du scolyte du grain de café. Ce dernier nous répond de venir dès la fin d'octobre, la récolte des caféiers Arabica étant déjà bien entamée et la disponibilité en personnel d'exécution réduite jusqu'en février.

Le dilemme suivant nous était posé :

- attendre, contrairement à l'avis de E. COUTURON, la période fin janvier-début février, puisque l'essentiel des parasites n'avait de chances d'apparaître qu'à cette époque sur des populations de scolyte en fin de gradation (cf KOCH), elle-mêmes développées sur quelques cerises noires qui n'auraient pas été récoltées, abandonnées sur les arbres. Cette alternative exposait à ne plus trouver de cerises sur la plus grande majorité des caféiers, toutes les récoltes étant effectuées : c'est la situation que nous avons trouvée en février 1991. Ainsi, seulement un petit nombre de parasites aurait pu être trouvé sur des reliquats de cerises sèches restées sur les arbres.

- ou bien rejoindre la Côte d'Ivoire et Man le plus tôt possible, comme demandé par E. COUTURON, au risque de ne pas trouver à notre arrivée de parasites dans les plantations. Néanmoins, un dispositif approprié pouvait alors être mis en place, avant que les récoltes de cerises déjà bien avancées sur caféiers Arabica (et même *Canephora*) ne soient terminées, afin de pouvoir récolter par la suite des populations conséquentes de parasites.

C'est la solution que nous avons retenue.

Nous n'avons pu arriver à Man avant le 13 novembre. A ce moment, les récoltes d'Arabica sur la Station ORSTOM d'altitude (Mt Tonkoui) étaient déjà bien entamées.

Recherche des parasites au Mont Tonkoui

Les collections ORSTOM sont installées au Mt Tonkoui sur 17 parcelles non ombragées couvrant au total 5 hectares. Y conduit une piste de montagne difficile de 17 km. S'y trouvent des caféiers Arabica spontanés issus de prospections (110 origines) ; trois espèces de *Coffea* constituent la collection d'altitude de base, d'autres sont installées en test de comportement à l'altitude, avec des hybrides (voir les figures).

Le 14.11.92 deux sondages sur 584 cerises ont montré que les cerises rouges encore en place sur la parcelle TK 09 et sur une petite parcelle d'hybride n'étaient pas attaquées par le scolyte.

Le 17.11.92, dix manoeuvres ont effectué une récolte sanitaire sur une partie de 9 parcelles, c'est à dire que toutes les cerises restantes ont été récoltées, qu'elles soient vertes, rouges ou sèches. Devant les très faibles taux d'attaque du scolyte, une récolte sélective a aussitôt été effectuée sur une autre partie de 4 parcelles, c'est à dire que n'ont été enlevées de l'arbre que les cerises présentant un trou de scolyte.

Par la suite, au laboratoire, des cerises rouges scolytées et des cerises vertes scolytées ont été ouvertes pour obtenir des grains scolytés. Des cerises et des grains scolytés provenant de ces récoltes ont été périodiquement disséqués sous la loupe binoculaire pour évaluer l'âge des populations du scolyte, leur évolution, et rechercher des indices de Béthylides parasites.

Un modèle de fiche appropriée permet d'évaluer l'âge moyen d'une population de scolytes dans un échantillon donné au moyen des pourcentages de grains scolytés présentant seulement un trou d'entrée, une galerie sans adulte, une galerie avec un adulte (ou plusieurs) avec oeufs, et (ou) jeunes larves, et (ou) vieilles larves, et (ou) nymphes, au moyen des pourcentages de grains vidés avec de nombreux adultes marrons et noirs, de grains vidés tous les insectes étant partis; les observations de larves, de cocons et d'adultes de parasites sont également prévus sur cette fiche.

Le tableau 1 fournit l'essentiel du travail effectué sur les échantillons récoltés au Mt Tonkoui.

Il s'avère que la méthode sélective est préférable pour obtenir du matériel scolyté. Ces récoltes montrent aussi la très faible attaque du scolyte au Mont Tonkoui, sauf peut être sur les caféiers hexaploïdes de la parcelle TK 12 et quelques pieds d'Arabusta de la parcelle TK 17. Ces deux parcelles seront retenues par la suite dans le dispositif de piégeage.

Le très faible taux d'attaque du scolyte sur la grande majorité des caféiers du Mt Tonkoui est sans doute plus à attribuer aux récoltes sanitaires rigoureuses qui y sont effectuées chaque année qu'à une action efficace des parasites ou aux conditions abiotiques de l'altitude. La cause des attaques plus conséquentes sur certaines zones seulement des parcelles TK 12 et TK 17 n'a pas été élucidée. Elle est sans doute liée à la plante (hybrides attirant plus les femelles du scolyte).

Ces sondages montrent que l'observation de Ticheler est exacte : le principal facteur de mortalité du scolyte dans une plantation bien conduite est bien la récolte, complétée par une récolte sanitaire qui élimine toute source de nourriture pour les populations résiduelles du scolyte.

Recherche des parasites sur la station de plaine

Les collections et champs d'essais ORSTOM s'étendent sur 35 hectares en plaine, à proximité de la Station. On y distingue trois zones : "Cacaoyers", "Lambert" et "Duékué" (voir les figures). 50% des surfaces sont réservés au programme haploïdes doublés et hybrides F1 dans les différents groupes de C. ca-

nephora (congolais et guinéen), afin d'observer leur résistance aux maladies et leur fertilité par rapport aux clones existants. Les espèces de *Coffea* cultivées en plaine étant plus tardives, surtout *C. canephora*, les récoltes venaient de débiter, la grande majorité des cerises étant rouges.

Le 17.11.92, dix manoeuvres ont effectué des récoltes sélectives sur 7 parcelles dans les trois zones précitées. Ces parcelles ne sont pas ombragées ; néanmoins, les cerises récoltées en bordures de parcelle, plus ensoleillées, ont été séparées de celles récoltées à l'intérieur des parcelles, à l'ombre du caféier lui-même, de façon à tenir compte du comportement héliophile des parasites. Les cerises ont été placées en boîtes étanches pourvues d'un grillage très fin. L'eau de condensation des cerises était absorbée par des feuilles de papier recouvrant le fond et les parois des boîtes et était essuyée sur ces parois chaque matin.

Les observations journalières d'une cinquantaine de boîtes emplies de cerises scolytées (plusieurs milliers de cerises vertes, oranges, rouges et noires), comme les dissections de grains scolytés, n'ont pas permis de déceler la présence du moindre parasite sur ces premières récoltes. Pourtant, une autre récolte sélective de 44 000 cerises rouges effectuée le 6.12.92 sur la parcelle D3 a montré qu'environ 23 % des cerises rouges de cette parcelle étaient alors scolytées. Mais les dissections des grains scolytés ont révélé que les populations de scolytes y étaient encore trop jeunes pour un développement conséquent de *Cephalonomia stephanoderis*.

Infestations artificielles de cerises et de graines

Toutes les cerises scolytées récoltées ont néanmoins servi à obtenir des scolytes adultes nécessaires aux infestations artificielles de cerises désinfectées pour les expéditions. Dans ce but, des cerises rouges et saines de bonne taille sont placées au congélateur pendant 24 heures, puis elles sont trempées 24 heures dans l'eau javellisée à 4 %, rincées pendant 24 heures puis mises à sécher sur claies. La même désinfection est effectuée sur des grains sains. Chaque cerise ou grain est ensuite mis en présence de deux scolytes femelles adultes dans un tube fermé. 48 heures plus tard les cerises ou grains infestés sont placés ensemble dans une boîte et constituent ainsi des lots d'infestation s'étalant sur une semaine. Les lots arrivés à un stade favorable (oeufs, nymphes et adultes du scolyte) ont servi à maintenir en vie les adultes de Béthylides et leur progéniture expédiés par la poste. Plusieurs milliers de cerises et grains ont ainsi été traités et ont été suivis au laboratoire sous la forme de cohortes représentant chacune une semaine d'infestation.

Mise en place d'un dispositif de piégeage des parasites

Dés la fin novembre, il s'est avéré qu'il était illusoire d'espérer un parasitisme conséquent sur des populations trop jeunes de scolytes, en début de gradation, d'autant plus que les récoltes allaient intervenir pour réduire les populations-hôtes et que le cycle de développement des Béthylides s'étale sur un mois environ.

Une vingtaine de biotopes ont alors été choisis depuis le Mont Tonkoui jusqu'au village de Gbépleu (voir la carte), situé à 30km de la Station ORSTOM. Dans cette localité nous avons pu trouver une vieille plantation aban-

donnée, c'est à dire qu'aucune récolte n'a eu lieu en 1991 et aucune récolte ne sera faite en 1992-93. Ce cas est exceptionnel, le paysan ivoirien récoltant l'essentiel des cerises de café de sa plantation, malgré le prix dérisoire maintenant retenu en Côte d'Ivoire pour le kilo de café vert (75 F CFA). Pour les autres biotopes (villages de Zélé, Kassiapleu et Vehsingo), il fut négocié avec le petit planteur (contre une machette) de laisser sur pied la récolte de dix à vingt arbres. De même, sur la piste du Mont Tonkoui deux plantations villageoises ont été retenues aux altitudes de 900 m et 500 m. Sur les trois zones de la Station ORSTOM de plaine E. COUTURON a accepté de ne pas récolter 419 arbres au total et 150 arbres environ sur deux parties des parcelles TK 12 et TK 17 du Mt Tonkoui (voir les tableaux et les figures correspondants). Ces zones à ne pas récolter ont été délimitées au moyen de lanières de plastique accrochées aux arbres de bordure.

En outre, 27 tamis (cadre de bois de 33x33x5 cm muni d'une grille de 5 mm de maille) ont été confectionnés par un artisan local. Ces tamis, chacun étant rempli de plusieurs centaines de cerises scolytées, ont été suspendus au centre de chaque emplacement choisi, afin de surinfester les cerises laissées sur les arbres environnants. Par la suite, les arbres proches de chaque tamis ont reçu environ 230 cerises scolytées épanchées au pied de chacun d'eux (une mesure). D'autres mesures ont été ajoutées par la suite. Le tableau 2 et la figure 1 : "Région de Man. Emplacement des biotopes-pièges" donnent l'essentiel des informations concernant ces infestations artificielles.

Surveillance des biotopes

Durant un mois deux ouvriers temporaires sélectionnés ont été initiés aux techniques ci-dessus. Sous la loupe binoculaire, ils ont appréhendé le cycle du scolyte. Le parasite adulte C. stephanoderis leur a été montré en alcool. Ce sont eux qui ont été chargés - sous la supervision de E. COUTURON - de récolter le plus possible de cerises scolytées dans les parcelles avant la fin des récoltes, de surveiller les biotopes d'infestation, d'approvisionner les tamis en cerises scolytées fraîches et d'infester le dessous des arbres retenus avec des cerises scolytées épanchées à la volée. Au laboratoire, ils ont eu à surveiller les boîtes de sortie des scolytes adultes, à récolter ces derniers et à infester isolément ou en vrac les cerises et les grains préparés à cet effet. Ces infestations furent notées sur fiche. Une fiche a aussi permis de suivre l'état des cohortes ainsi obtenues, après observations de grains sous la loupe binoculaire.

Sur le terrain, 50 cerises sèches ont été prélevées sur les arbres autour de chaque tamis, à intervalles réguliers, de façon à rechercher sous la loupe les premiers indices de Béthylides (cocons, adultes ou larve parasite sur nymphes de scolyte). Le matériel spécialisé nécessaire a été fourni : scalpels, pinces etc..

Des instructions précises ont été données pour effectuer les expéditions, lorsque les parasites furent repérés (nourrissage, utilisation des cerises et grains désinfectés et infestés artificiellement).

Pour les expéditions, 30 boîtes en bois capitonnées de polystyrène, pouvant contenir jusqu'à 2000 cerises sèches, ont été confectionnées par un artisan local. Le papier d'emballage, ficelle, coton, étiquettes avec adresse, scotch etc ... ont été fournis. Les formulaires d'expédition ont été remplis à la

poste de Man à titre expérimental, avec l'application des tarifs, lors de 3 expéditions de cerises scolytées (un colis sur Montpellier, deux sur Nouméa).

Les équipes de récolteurs de la Station ORSTOM savaient quels étaient les caféiers et parcelles à ne pas récolter (plaine et Mt Tonkoui), afin que les cerises laissées intentionnellement sur les arbres permettent le développement de populations importantes de parasites.

Remerciements

Nous remercions E. COUTURON qui a accepté de gérer sur place, dans le cadre de sa Station, les crédits mis à notre disposition sur le Centre d'Abidjan, ainsi que le personnel temporaire que nous avons utilisé (une centaine de journées/manoeuvres) et celui qui a continué pendant plusieurs mois le travail demandé; il nous a fourni les locaux, une loupe, des boîtes plastique et un véhicule durant la première semaine de notre séjour ou lorsqu'il nous a fallu monter au Mont Tonkoui. Durant les trois dernières semaines, c'est le Centre ORSTOM de Bouaké qui a mis une 404 bâchée à notre disposition; nous en remercions son Directeur F. RIVIERE. Nous avons récupéré des boîtes plastique à l'Institut des Savanes de Bouaké, auprès de N. N'GUESSAN (Plantes Vivrières) et de B. VASSAL (Plantes Textiles).

LUTTE BIOLOGIQUE AU MOYEN D'INSECTES ENTOMOPHAGES

L'aide des Provinces Nord et Sud de Nouvelle-Calédonie nous ayant permis d'aller rechercher *C. stephanoderis* en Côte d'Ivoire, où deux techniciens africains avaient été rapidement formés aux observations et élevages nécessaires, les premiers parasites sont arrivés de Man par la poste à Nouméa au début de l'année 1993, sous l'étroite surveillance du Service phytosanitaire.

Le parasite

Cephalonomia stephanoderis est une petite guêpe noire, munie de deux paires d'ailes, mais qui ne vole guère. Longue de moins de deux millimètres, elle s'introduit, pour y rechercher son hôte, dans les galeries creusées par le scolyte dans le grain de café. Elle pond sur les larves et les nymphes du scolyte, dévore ses oeufs, ses jeunes larves et tue même le scolyte adulte. De l'oeuf déposé par la guêpe sur une nymphe du scolyte éclot une petite larve de guêpe qui, fixée sur sa nymphe-hôte, en aspire l'hémolymphe jusqu'à la tuer. Ensuite elle se métamorphose dans un cocon en une nouvelle guêpe. Dès son éclosion, elle s'accouple puis repart à la recherche du scolyte dans les cerises infestées.

Par exemple, dans le centre de la Côte d'Ivoire, sur une plantation de 500 hectares (Tombokro) aucun traitement chimique n'est actuellement dirigé contre le scolyte des baies du caféier, car toutes les cerises sont récoltées en plusieurs passages au fur et à mesure de leur maturation. A l'usine proche, qui traite 60 000 tonnes de cerises par campagne, seulement 2% des grains sont scolytés, soit environ 4% des cerises. Les mêmes chiffres sont avancés à l'usine Unicafé qui traite toute la production de l'ouest de la Côte d'Ivoire (région de Man). En Nouvelle-Calédonie par contre, il n'est pas rare d'observer les cerises de plantations, même traitées à l'endosulfan, scolytées à 50%,

parfois jusqu'à 90%.

L'adaptation du parasite à un nouveau milieu

Les premiers spécimens de *Cephalonomia stephanoderis* ont été lâchés en avril-mai 1993 sur une plantation de caféiers "Catimor" proche de Nouméa (La Coulée), qui a ainsi servi de "pied de cuve" à proximité du laboratoire ORSTOM. Une seconde vague a été libérée dans neuf caféières de la côte Est, entre Houailou et la Tanghène, de juillet à septembre 1993.

Le caféier est en Nouvelle-Calédonie à la limite de sa zone de distribution... et le scolyte aussi. Surtout dans les vallées de la chaîne centrale, les températures nocturnes de saison fraîche ou sèche descendent vraiment très bas (bien en dessous de 10°C) pour une plante et un insecte africains plutôt adaptées à des températures équatoriales. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle on trouve en Nouvelle-Calédonie jusqu'au niveau de la mer l'*Arabica* en mélange avec le *Robusta*. En Afrique, l'*Arabica* ne se trouve qu'en altitude, sur les hauts plateaux. Le scolyte a su s'adapter à ces conditions particulières, mais son ennemi naturel, lui, est adaptée depuis des milliers de générations en Côte d'Ivoire à des températures moyennes bien plus chaudes que celles qu'elle doit affronter dès maintenant en Nouvelle-Calédonie. C'est pourquoi nous ignorons encore si *C. stephanoderis* va bien s'adapter, comme le scolyte, au climat calédonien, se multiplier beaucoup et devenir ainsi efficace. Les dissections de cerises au laboratoire qui ont suivi depuis la mi-novembre 1993 les premiers échantillonnages effectués dans neuf plantations de la côte Est peu ou pas du tout traitées à l'endosulfan et que des petits planteurs coopératifs ont accepté de voir promues terrains d'expérimentation, nous montrent que le parasite a survécu à une première saison sèche. Des guêpes vivantes sont observées à la mi-novembre 1993 dans des cerises provenant de Kokengone, d'Ometteux, de Touho (plantation traitée depuis à l'endosulfan) et de Monéo. Mais ces guêpes n'étaient-elles pas des survivantes de celles lâchées deux mois auparavant? Néanmoins, on en retrouve en janvier 1994 à Névaho (vallée de la Tchamba), à Nékoué, à nouveau à Ometteux, en compagnie de cocons vides cette fois, ce qui prouve que la guêpe s'est reproduite en saison sèche et chaude dans les conditions naturelles néo-calédoniennes. Pour le moment on ne peut encore avancer que le parasite est définitivement établi en Nouvelle-Calédonie, compte tenu de l'introduction trop récente de l'espèce qui doit encore affronter de nombreuses saisons fraîches, mais aussi, en certaines caféries, la redoutable "fourmi électrique" (*Wasmannia auropunctata*).

LUTTE BIOLOGIQUE AU MOYEN DU CHAMPIGNON ENTOMO-PATHOGENE *BEAUVERIA BASSIANA*.

Beauveria bassiana sur *Hypothenemus hampei* dans le monde et en Nouvelle-Calédonie.

Le champignon est répandu partout dans le monde sur le scolyte du grain de café. La présence de *Beauveria* sur cet insecte séminivore a fait l'objet d'observations originales dès le début du siècle à Java. Sladden (1934) note que la mycose y est fréquente sur des scolytes adultes installés dans des fruits de branches ombragées, surtout pendant la saison des pluies. Des essais d'utilisation du champignon y furent tentés : poudrage des fruits avec les conidiospores du champignon, aspersion des fruits au moyen d'une solution aqueuse de spores, lâcher de scolytes sur une culture du champignon avant leur libéra-

tion en plantation... Mais la propagation de la maladie à partir d'un point d'infestation fut décevante. Les conditions de l'environnement favorisant *B. bassiana* ont été souvent discutées (Walstad et al., 1970; Fargues, 1972). En Côte d'Ivoire, parfois jusqu'à 26% des cerises attaquées présentent la mycose (Tichefer, 1961). Barrera et al. (1990) discutent la possibilité de trouver une formulation d'un insecticide fongique utilisant une souche très virulente. Moore et Prior (1988) rappellent que les techniques d'application du champignon au champ doivent être recherchées, la plus forte dose létale n'étant pas forcément la meilleure si l'on veut largement disséminer la maladie. Waterhouse et Norris (1981) rapportent que depuis 1922 *Beauveria* est observé sur le scolyte en de nombreux pays : Java, Brésil, divers pays africains, Jamaïque; il faut ajouter à cette liste plusieurs pays d'Amérique centrale (Murphy, 1990) et bien sûr la Nouvelle-Calédonie. Klein Koch (1989) note qu'en Equateur la mycose à *Beauveria* est actuellement l'ennemi naturel le plus important du scolyte et que la mise au point d'une préparation fongique utilisant une souche virulente est envisagée. Murphy et Moore (1990) discutent des conditions de la production de *B. bassiana* en pays en voie de développement, de sa formulation et de son utilisation au champ. Un programme important de lutte biologique intégrant ce champignon débute actuellement en Colombie.

On considère en général que *Beauveria* peut exercer naturellement une action répressive sur les populations du scolyte dans des conditions très humides et chaudes. Ce n'est pas le cas en Nouvelle-Calédonie pour la souche concernée. Si nous avons souvent observé la mycose en conditions d'humidité importante, le facteur température, par contre, est plus aléatoire. En effet il n'est pas rare d'observer la mycose durant la saison fraîche en vallées de montagne (Névaho, Sarraméa), où les températures nocturnes descendent couramment au dessous de 10°C, les caféières étant alors enveloppées d'épais brouillards matinaux.

Depuis son arrivée en Nouvelle-Calédonie en 1948 *Hypothenemus hampei* a rencontré cet autre ennemi qui vraisemblablement se trouvait déjà sur place à l'état endémique sur des scolytides ou autres coléoptères endémiques. Les conidiospores de ce champignon germent au contact de l'insecte en sécrétant une chitinase, ce qui permet au mycélium du parasite de pénétrer à l'intérieur de l'hôte et de le momifier dans la cerise. *B. bassiana* peut tuer le scolyte en l'espace de 5 jours.

La mycose à *Beauveria bassiana*, que nous observions déjà communément en Nouvelle-Calédonie en 1965 sur un insecte exotique tel que le scolyte du grain de café, provient en effet très probablement d'autres coléoptères endémiques néo-calédoniens et non de l'aire d'origine africaine du scolyte. Etudiée par Bridge et al. (1990), une souche néo-calédonienne de *Beauveria* se distingue fortement de 15 autres souches provenant de 9 autres pays répartis sur 3 continents: Afrique (Togo, Kenya), Asie (Indonésie, Sri Lanka) et Amérique (Brésil, Mexique, Equateur, Guatemala, Jamaïque). Les bandes obtenues à l'électrophorèse pour les 16 souches et 4 systèmes enzymatiques sont semblables, sauf pour trois souches dont celle provenant de Nouvelle-Calédonie. Cette dernière est la seule à montrer une activité avec le révélateur de la phosphatase alcaline et produit de façon très significative toutes les enzymes importantes sauf la catalase, en particulier une chitinase associée avec la virulence du champignon vis à vis de l'insecte et une lipase corrélée avec une forte sporulation. Les 13 autres souches sont très voisines les unes des autres et forment ainsi un groupe homogène permettant de les considérer issues d'une même population essaimée de par le monde avec *H. hampei*.

Nous avons observé en Nouvelle-Calédonie plusieurs isolats de *Beauveria bassiana* très agressifs et virulents. Ils sont étudiés afin de caractériser un isolat particulièrement virulent qui pourrait être utilisée au champ (Cocheureau et al., 1994). Sa production de masse semi-industrielle est à l'étude, en liaison avec le laboratoire de Phytopathologie de l'ORSTOM à Nouméa. Notre but est de multiplier cet isolat selon des méthodes déjà éprouvée (Samsinakova et al., 1981), parfois semi-artisanales (Fargues et al., 1979; Goettel, 1984; Thomas et al., 1986), puis d'étudier sa formulation (Prior et Jollands, 1988) et de l'utiliser au champ dans un programme de lutte intégrée contre le scolyte au niveau du planteur (Hussey et Tinsley, 1981). Les études se poursuivent sur diverses souches conservées en mycothèque.

BIBLIOGRAPHIE

BRIDGE P. D., ABRAHAM Y. J., CORNISH M. C., PRIOR C. and MOORE D., 1990. The chemotaxonomy of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) isolates from the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Mycopathologia* 111: 85-90.

BRUN L.-O., GAUDICHON V. et COCHEREAU P., 1994. Technique for individual rearing of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera : Scolytidae). *J. Austr. Ent. Soc.* (sous presse).

BUGNICOURT (F.), 1950. Le "Scolyte du grain de café" en Nouvelle-Calédonie. *Rev. Agric. de Nouvelle-Calédonie*, n° 1-2, janvier-février, pp.3-4.

COCHEREAU P., 1965. Observations sur le scolyte du grain de café en Nouvelle Calédonie : prélèvements effectués en différentes caféières, début février 1965. ORSTOM, Centre de Nouméa, Laboratoire d'Entomologie agricole, 8 p., 4 tabl.

COCHEREAU P. et al., 1994. Evaluation de la virulence d'une souche néo-calédonienne de *Beauveria bassiana* vis à vis du scolyte de la baie du caféier *Stephanoderes hampei* Ferrari (Coleoptera, Scolytidae). *Entomophaga*, 3 figs., 4 tabl., 17 p. soumis à publication.

COHIC F., 1958. Le "Scolyte du grain de café" en Nouvelle-Calédonie. *Café, Cacao, Thé*, 2(1) : 10-14.

DECAZY B., 1988. Le scolyte du fruit du caféier, *Hypothenemus hampei* Ferr. : considérations sur la lutte intégrée contre ce ravageur. Rapport non publié, IFCC Paris, 10 p.

FARGUES J., ROBERT P. H. et REISINGER O., 1979. Formulation des productions de masse de l'hyphomycète entomopathogène *Beauveria* en vue des applications phytosanitaires. *Ann. Zool. Ecol. anim.* 11 (2) : 247-57.

GOETTEL M. S., 1984. A simple method for mass culturing entomopathogenic Hyphomycete fungi. *J. of Microbiol. Methods* 3 : 15-20.

HUSSEY N. W. and TINSLEY T. W., 1981. Impressions of insect pathology in the People's Republic of China, chapter 42: 786-795. in *Microbial control of pests*

and plant diseases, 1970-80. H. D. Burges (Ed.), London, Academic Press.

KLEIN KOCH C., 1989. Perspectives en el control biotecnologico de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.) ASIC, 13ème Colloque, Paipa, pp. 717-25.

LAVABRE (E.), 1966. Le problème du Scolyte du grain de café en Nouvelle-Calédonie. in: CAMBRONY (H.) et LAVABRE (E.): La caféiculture sur la côte est de Nouvelle-Calédonie, rapport de mission non publié, nov.-déc. 1966, 34 p., IFCC, Paris.

MOORE D. and PRIOR C., 1988. Present status of biological control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. Brighton Crop Protection Conference 9C-1 - Pests and Diseases pp. 1119-24.

MURPHY S. T. and MOORE D., 1990. Biological control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera, Scolytidae) : previous programmes and possibilities for the future. *Biocontrol News and Information* 11 (2) : 107-17.

PRIOR C., JOLLANDS P. and LE PATOUREL G., 1988. Infectivity of oil water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina : Hyphomycetes) to the cocoa weevil *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Invertebrate Pathology* 52: 66-72.

SAMSINAKOVA A., KALALOVA S., VLCEK V. and KYBAL J., 1981. Mass production of *Beauveria bassiana* for regulation of *Leptinotarsa decemlineata* populations. *J. Invert. Path.* 38: 169-174.

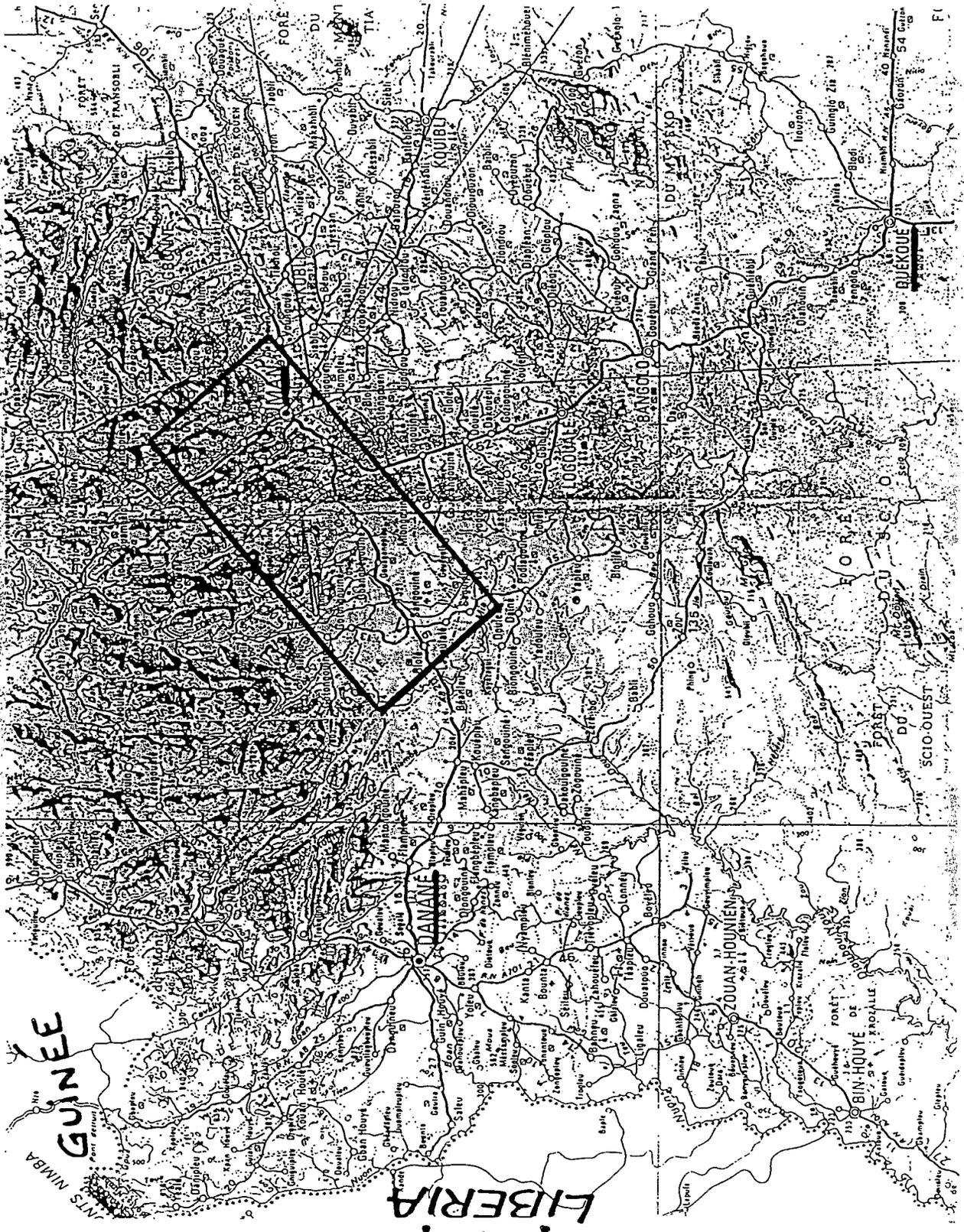
SLADDEN G.-E., 1934. Le *Stephanoderes hampei* Ferr. *Bull. agr. Congo belge* 25 (1) : 26-77.

TICHELER J. H. G., 1961. Etude analytique de l'épidémiologie du scolyte des graines de café, *Stephanoderes hampei* Ferr., en Côte d'Ivoire. *Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen* 61 (11) : 1-49. H. Veenman & Zonen N. V., Wageningen.

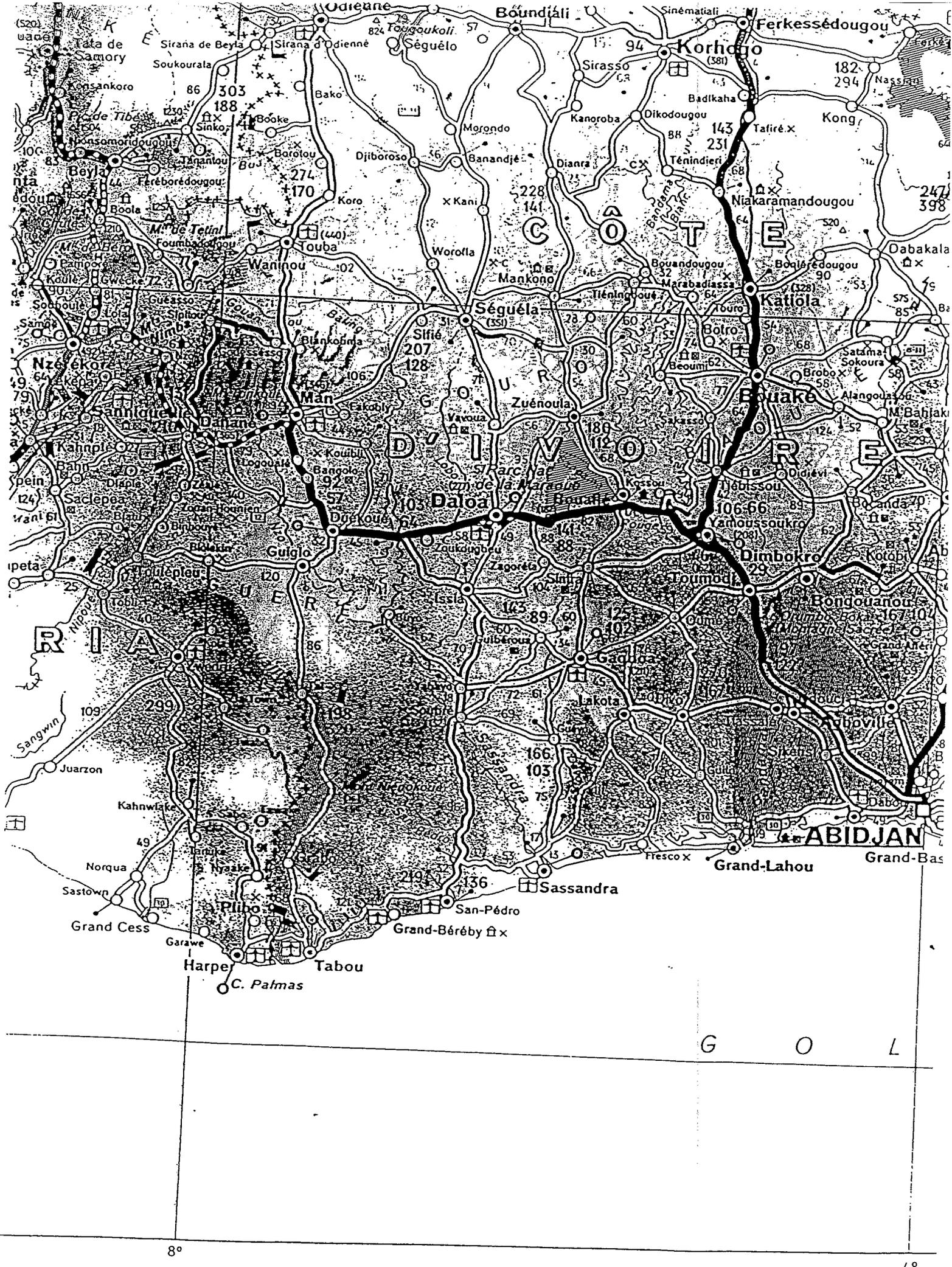
WALSTAD J. D., ANDERSON R.F. and STAMBAUGH W. J. 1970. Effects of environmental conditions on two species of muscardine fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*). *J. Invert. Path.* 16 : 221-26.

WATHERHOUSE D. G. and NORRIS K. R., 1991. Biological Control. Pacific Prospects. 6 - *Hypothenemus hampei* (Ferrari) Coleoptera : Scolytidae, coffee berry borer, pp 57-75. Inkata Press, Melbourne, 454 p.

Nouméa, janvier 1994



Carte 2 : La région de Man - Danané.



Carte 1: L'ouest de la Côte d'Ivoire.

Dates des récoltes:

- Samedi 14.11.92 Faux hybride (C. arabica X P. psilanthus) Manille H.
166 cerises rouges »» 0 scolytée
- Samedi 14.11.92 TK 09 collection arabica ORSTOM
226 cerises rouges »» 0 scolytée
198 " " »» 0 scolytée
- Mardi 17.11.92

RECOLTES "SANITAIRES"

N° Parcelle	<u>Cerises rouges</u>		<u>Cerises vertes</u>		<u>Grains de cerises rouges</u>	
	Somme	Scolytées	Somme	Scolytées	Somme	Scolytés
TK 05	3714	22				
TK 06					3989	45
TK 08			955	1	4184	4
TK 09	4614	1	1066	0		
TK 10			392	0	2838	42
TK 12	317	71				
TK 13			353	11	2253	47
TK 15			1110	1	2433	2
TK 16			167	9	2123	29

RECOLTES SELECTIVES

(cerises scolytées uniquement)

N° Parcelle	<u>Cerises vertes</u>		<u>Grains de cerises rouges</u>		<u>Grains de cerises vertes</u>	
	Somme	Scolytées	Somme	Scolytés	Somme	Scolytés
TK 12	400	348	992	456	539	286
TK 13			43	31		
TK 14			257	114		
TK 17	813	556	732	452		

Tableau 1 : Récoltes au Mont Tonkoui.

N° des tamis	Date de l'installation	Lieux	Noms des plantations	Nombre de cerises scolytées	Origine(s) des cerises Emplacement des tamis				
					ORSTOM	parcelle	D3		
V1	5/12	VEHSINGO	Simplice		ORSTOM	parcelle	D3		récolte du 26/11
V2	5/12	VEHSINGO	"	600	"	"	"	"	"
K1	27/11	KASSIAPLEU	Dely Mamadou	1300	plantation	Séa Kessé		Kassiapleu	récolte du 26/11
K2	5/12	KASSIAPLEU	"	2100	"	Sangaré B. + Sangaré K.		Zélé	" "
Z1	27/11	ZELE	Sangaré Kara.	#2700	"	Sangaré Karamoko		"	" "
Z2	27/11	ZELE	Goué Gilbert	#1800	"	Goué Gilbert		"	" "
Z3	9/12	ZELE	"	1100	"	Goué Gilbert + Séa Kessé		Kassiapleu	" "
Z4	28/11	ZELE	Sangaré Ibrah.	#2100	"	Sangaré K. + Sangaré B.		Zélé	" "
Z5	28/11	ZELE	Sangaré Bakary	#2100	"	"	"	"	" "
T1	30/11	Mt TONKOU (ORSTOM)	parcelle TK 17	#2500	ORSTOM	parcelles (L11 + L18 + D1 + D3)			récolte du 17/11
T2	30/11	Mt TONKOU (ORSTOM)	" TK 12	#2500	"	"	"	"	" "
T3	30/11	Mt TONKOU (ORSTOM)	" "	#2500	"	"	"	"	" "
T4	10/12	Mt TONKOU (900m)	" TK 900	2100	ORSTOM	parcelle	D3	"	" "
T5	10/12	Mt TONKOU (500m)	" TK 500	2100	ORSTOM	parcelle	D3	"	" "
G1	1/12	GBEPLEU (Sangouiné)	Kotoua Tiémoko	2350	"	parcelles (C6 + C0-CO1 + C43)			" "
G2									
L1	14/12	Station ORSTOM	parcelle Lambert	L 06	#2000	"	parcelle D 3	récolte du 6/12	tamis entre arbres (14,15) et (14,16)
L2	14/12	"	" "	L 18	#2000	"	" "	" "	tamis sous arbre (9,15)
L3	14/12	"	" "	L 11	#2000	"	" "	" "	tamis sous arbre (11,1)
L4	14/12	"	" "	L 11	#2000	"	" "	" "	milieu de bordure sous arbre (7,10)
D1			parcelle Duékoué	D 3	#2300	"	" "	" "	tamis au milieu du carré de coin n°1
D2	14/12	"	" "	"	#2000	"	" "	" "	tamis au milieu du carré de coin n°2
D3	14/12	"	" "	"	#2000	"	" "	" "	tamis au milieu du carré de coin n°3
D4			" "	"	#2300	"	" "	" "	au milieu de la bordure proche de D3
C1	8/12	"	parc. Cacaoyer	CO-CO1	# 750	"	" "	" "	sous arbre (8,2)
C2	8/12	"	" "	"	# 750	"	" "	" "	sous arbre (15,2)
C3	8/12	"	" "	"	# 750	"	" "	" "	sous arbre (3,2)

Tableau 2 : Emplacements des TAMIS emplies de cerises scolytées.

PARCELLES	LIGNES	ARBRES
" CACAO " CO-CO1 C1 CO1-B1	13 à 23 (26 arbres)	1 , 2 , 3
	80 à 84 (13 arbres)	1 , 2 , 3
	1 à 5 (10 arbres)	1 , 2 , 3
" LAMBERT " L06 (6 arbres isolés)	12	2
	14	5
	14	15
	14	16
	18	4
	19	7
L11 (32 arbres)	9 à 12	1 , 2 , 3
	7	1 à 21 (bordure)
L18	TOUTE LA PARCELLE (252 arbres)	
" DOUEKOUE " (80 arbres) D3	1 à 4	1 , 2 , 3 , 4 (coin) 30 , 31 , 32 , 33 (coin)
	1	5 à 29 (bordure)
	12 à 15	30 , 31 , 32 , 33 (coin)
	15	6 à 18 (bordure)

Tableau 3 : Caféiers non récoltés (419 arbres)
sur la station ORSTOM de plaine.

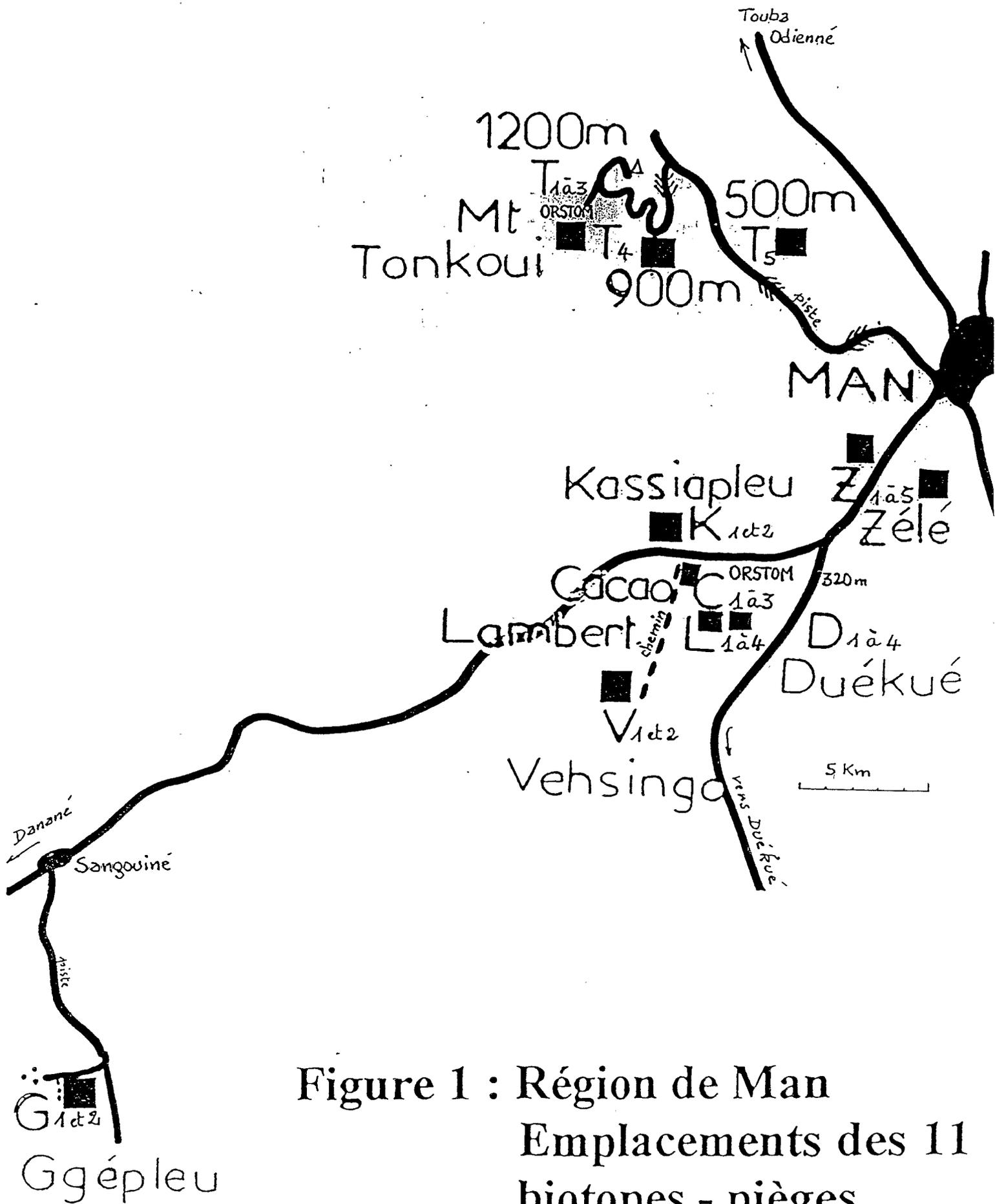


Figure 1 : Région de Man
Emplacements des 11 biotopes - pièges.

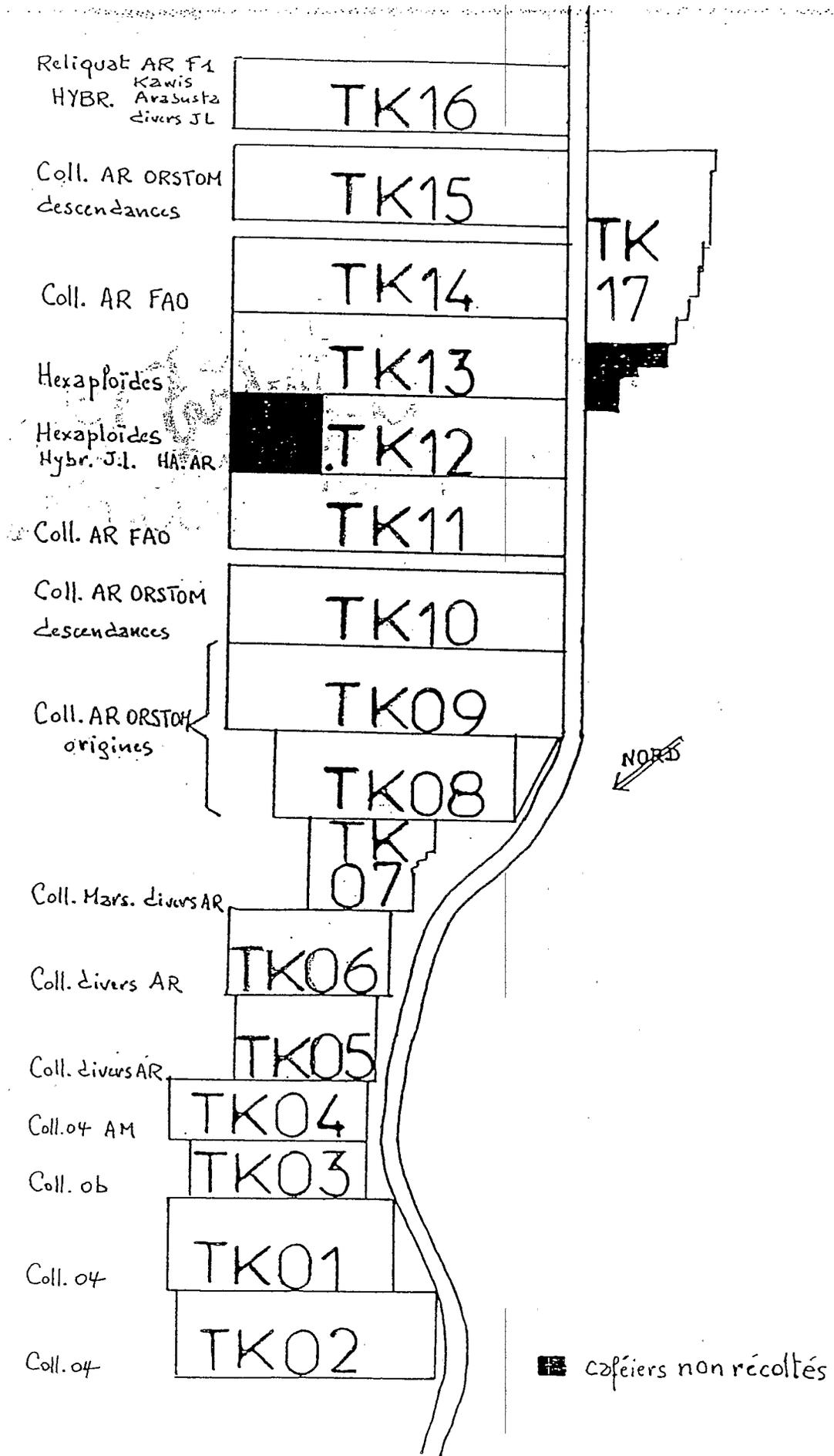
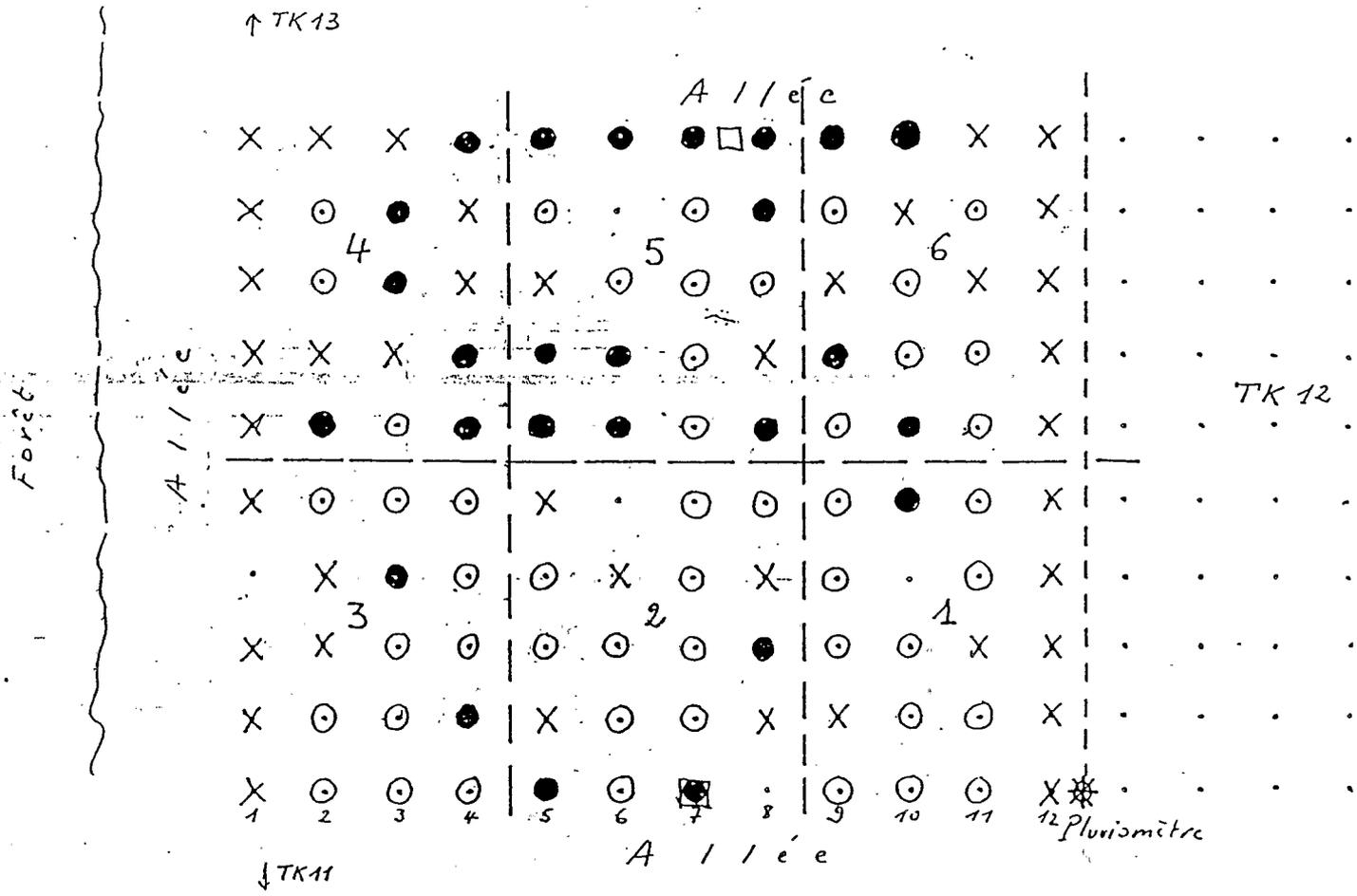


Figure 2 : MONT TONKOUÏ (1200m)
PLAN DES PARCELLES.

Parcelle 12 (TK 12)



Parcelle 17 (TK 17)

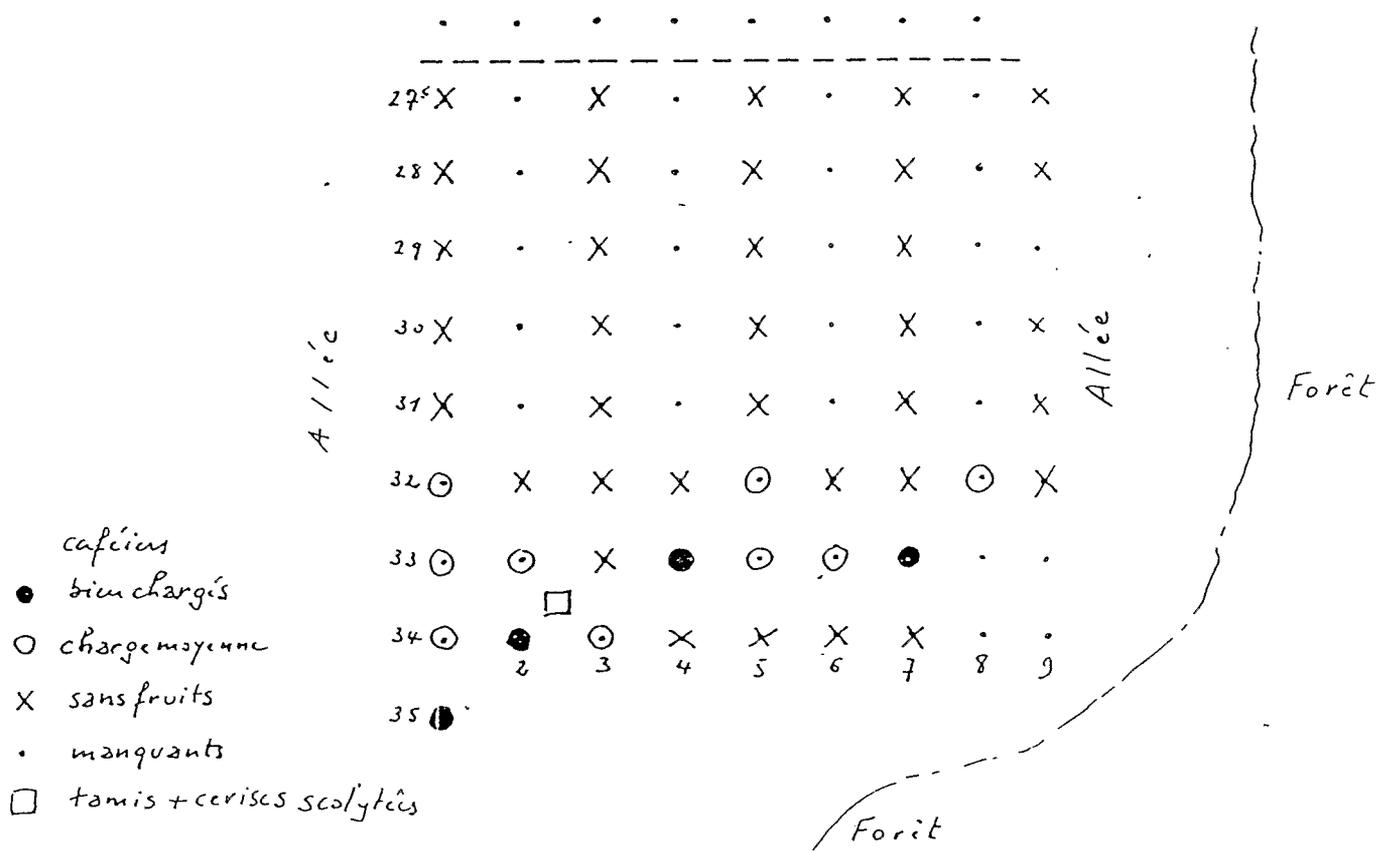
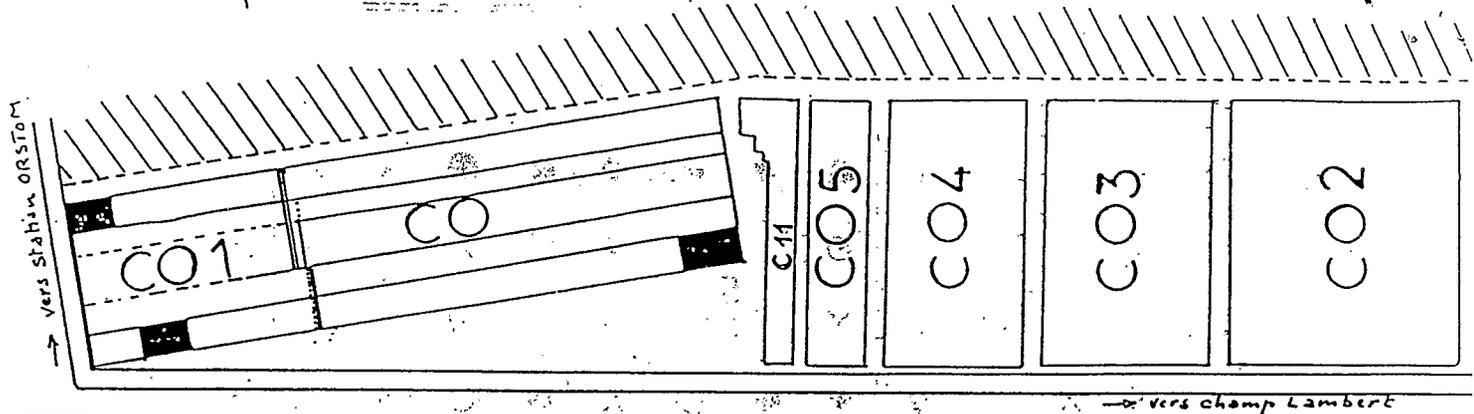
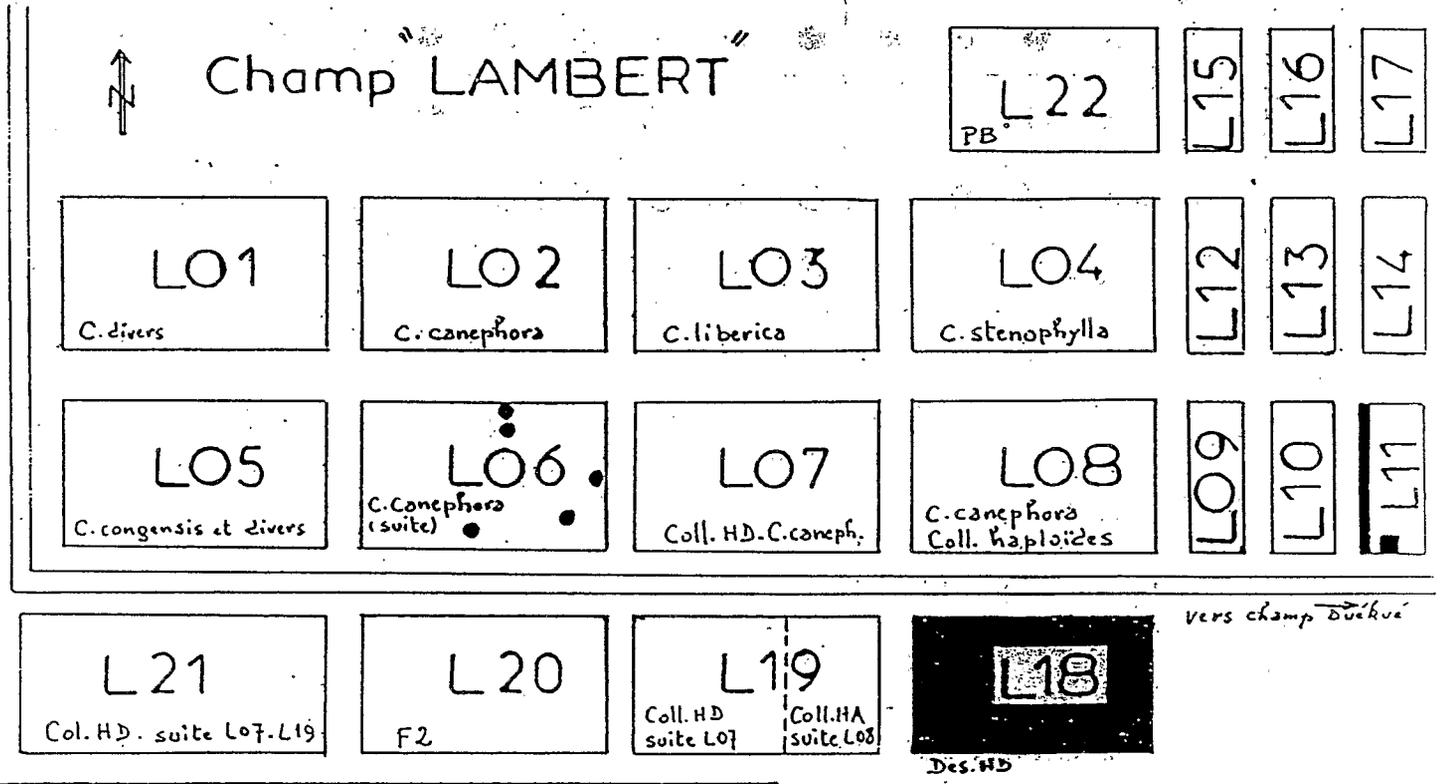


Figure 3 : MONT TONKOUÏ (1200m)
PARCELLES 12 ET 17.

Champ "CAGAO"



Champ "LAMBERT"



Champ "DUÉKUÉ"

■ ZONES NON RECOLTEES

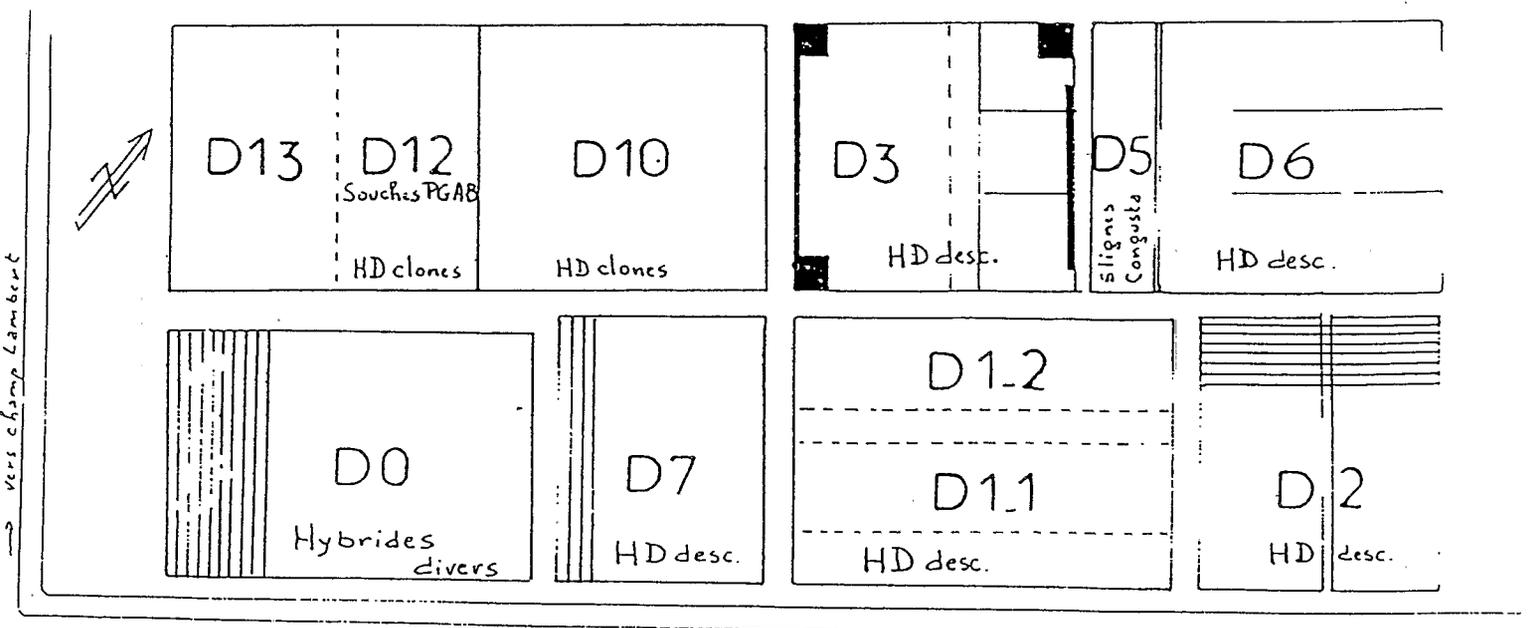


Figure 4 : Collections et champs d'essais ORSTOM.

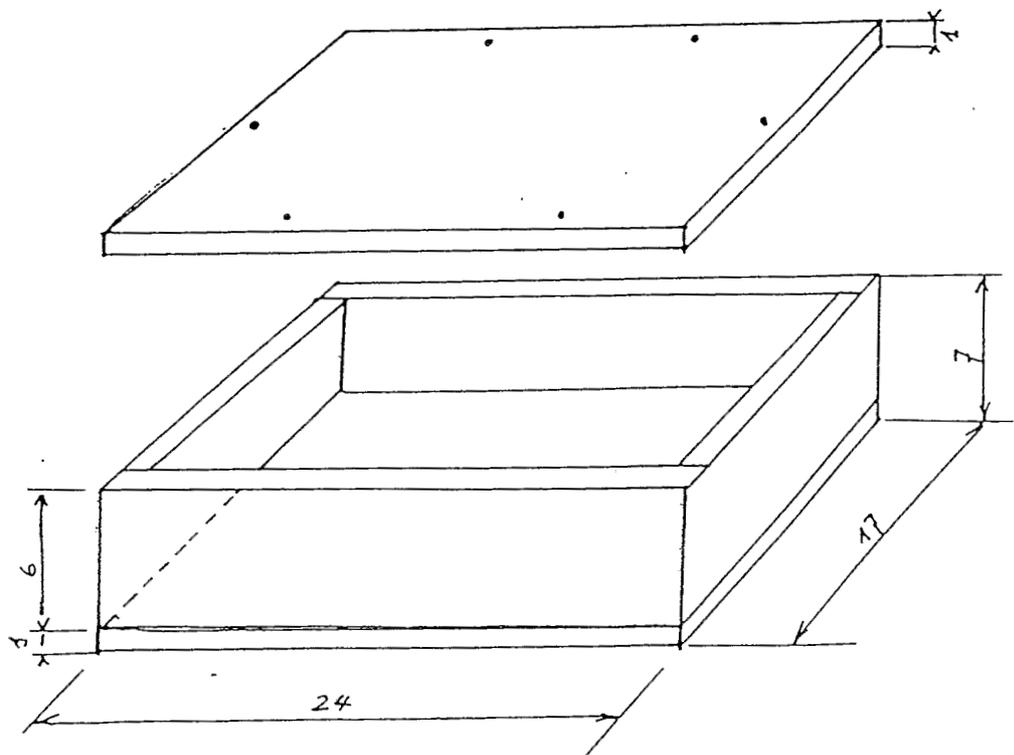
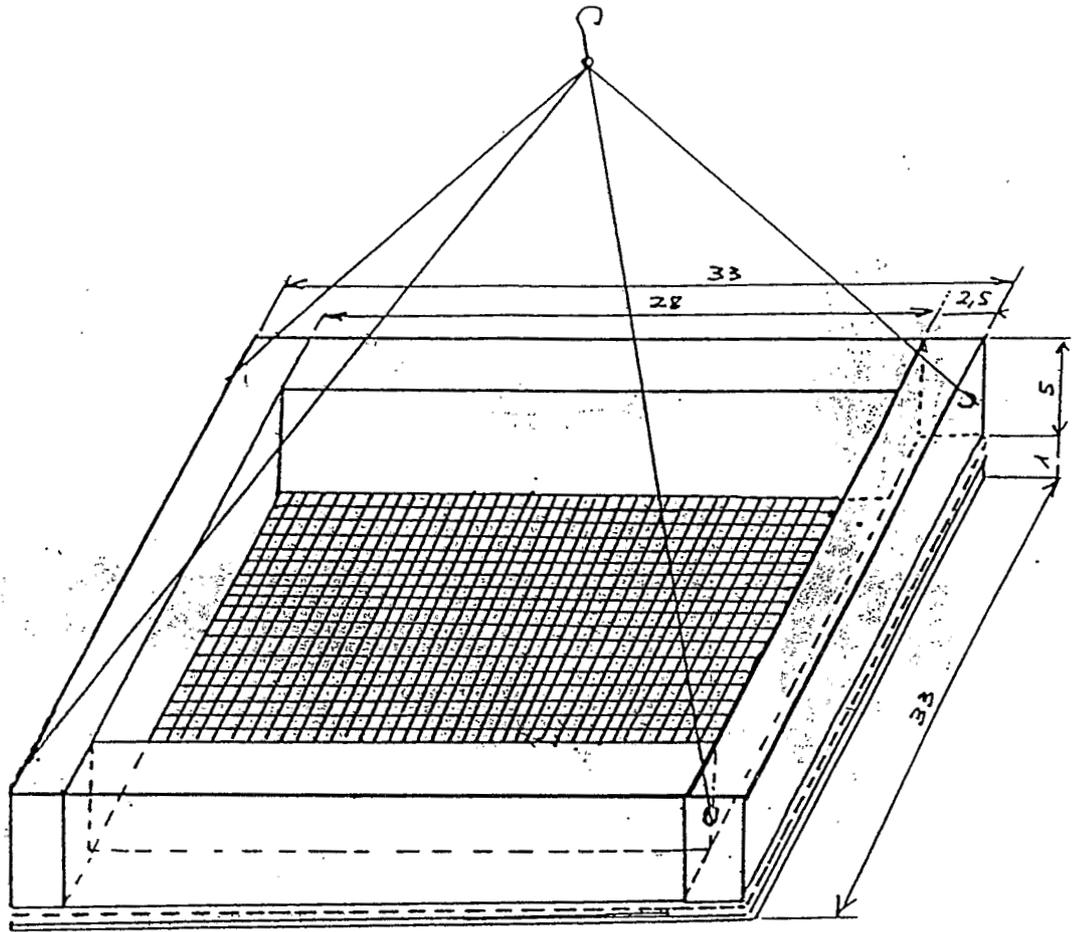
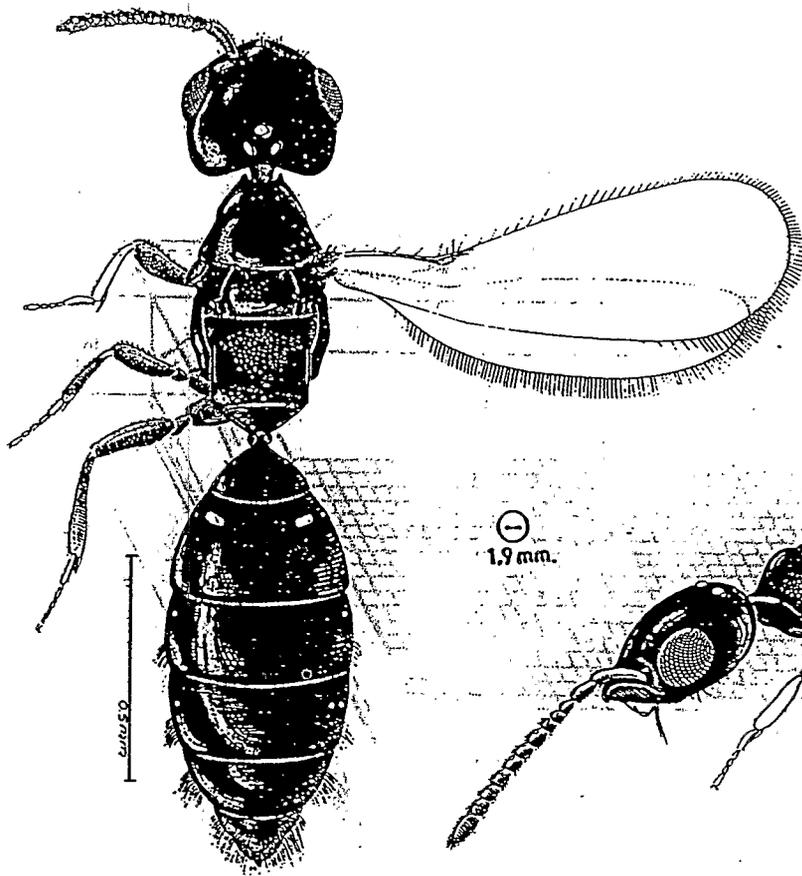
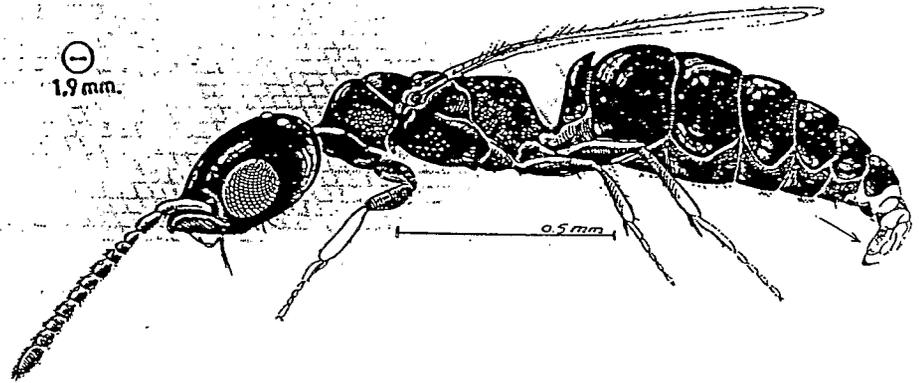


Figure 5 : Tamis et Boîte d'expédition.



Cephalonomia
stephanoderis
(d'après Ticheler)

1.9 mm.

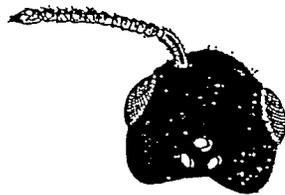


PROROPS

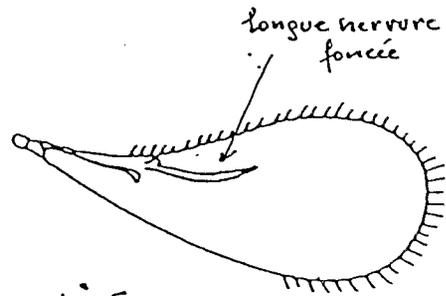


Tête en pointe

CEPHALONOMIA



Tête carrée



AILE

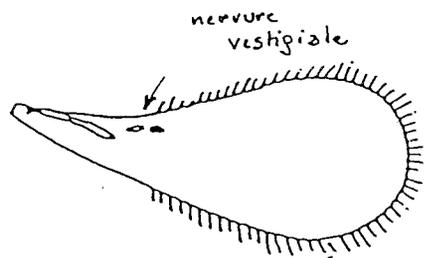


Figure 6 : Caractères distinctifs de C. stephanoderis et de P. nasuta.