

Influence d'un manioc hybride sur la dynamique des populations d'un couple proie-prédateur. Le cas de la cochenille du manioc *Phenacoccus Manihoti* et de la coccinelle indigène *Exochomus flaviventris* au Congo

A. Kiyindou et G. Fabres

Fonds Documentaire IRD

Cote : Bx23120 Ex: ungué

Résumé

Introduite accidentellement au Congo dans les années 1970, la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti*, pullule régulièrement pendant la saison sèche. Les gradations sont très amples et de courte durée. Les coccinelles prédatrices indigènes (dont *Exochomus flaviventris*) qui se développent sur des proies naturelles de faible abondance en dehors de la période de pullulation, colonisent les champs de manioc en début de gradation de la proie, mais ne sont pas en mesure d'assurer sa régulation étant donné leurs très faibles effectifs. Une étude de dynamique des populations du phytophage et du prédateur sur un hybride de *M. esculenta* et de *M. glaziovii* - le faux-caoutchouc - a montré que sur cette plante, les populations de la cochenille se maintiennent beaucoup plus longtemps que sur le manioc, et à un niveau numérique élevé. Le faux-caoutchouc apparaît donc comme un lieu favorable à la multiplication des coccinelles prédatrices, à partir duquel la colonisation en grand nombre des champs de *M. esculenta* pourrait se faire. La possibilité d'augmenter l'efficacité de la coccinelle prédatrice par un rapprochement dans l'espace des champs de manioc et des parcelles de faux-caoutchouc est proposée. De même, il apparaît intéressant d'identifier les propriétés du faux-caoutchouc qui influencent les traits biologiques du développement de la cochenille dans un sens favorable aux entomophages, à savoir le ralentissement du temps de développement, et une taille et un poids supérieurs.

Abstract

Influence of a cassava hybrid on the population dynamics of a prey-predator couple - The case of the cassava mealybug, Phenacoccus manihoti and the indigenous Exochomus flaviventris in the Congo

There are regular dry season outbreaks of the cassava mealy bug, *Phenacoccus manihoti*, accidentally introduced in Congo in the 1970s. Outbreaks are heavy and short-lived. Indigenous predatory coccinellids (including *Exochomus flaviventris*) that develop outside outbreak periods on natural prey, present in small quantities, colonise the cassava fields at the onset of cassava mealy bug outbreaks. They cannot achieve regulation of the latter because of their very small numbers. The population dynamics of *P. manihoti* and the predator were studied on "faux-caoutchouc", a hybrid of *M. esculenta* and *M. glaziovii*. The mealy bug populations on the hybrid remained much longer and in larger quantities. The plant thus appears to be a favourable site for the multiplication of predatory coccinellids which could form the starting point for the colonisation of fields of *M. esculenta*. The possibility of increasing

Proceedings of a CTA/IAR/IIBC seminar

Addis Ababa, Ethiopia, 9-14 October 1995

Fonds Documentaire IRD



010023120

123120

congres organise par le CTA (Technical Center for Agricultural and Rural Cooperation ACP-EU, Pays bas) , IAR (The Institute of Agricultural Research, Ethiopia) et IIBC (International Institute of Biological Control of CAB International, UK).

Addis Ababa, Ethiopia, 9-14 octobre 1995

Edite par le CTA Wageningen Pays Bas en 1997

il y a deux notes a ce congres : Kiyindou Fabres (celle ci) et une autre Biassangama Fabres que vous devez avoir reperee avec les memes questions

the effectiveness of the predatory coccinellid by placing fields of cassava and of "faux-caoutchouc" close to each other is proposed. It would also be interesting to identify the properties of the cassava hybrid that affect the biological features of the development of cassava mealy bug in a favourable manner for the entomophagous coccinellids: slowed development and greater size and weight.

Introduction

Dans un article sur la résistance des plantes et l'intervention des parasitoïdes et des prédateurs, Price (1986) inventorie une douzaine de situations dans lesquelles la plante cultivée, ou les plantes associées, viennent contribuer au renforcement de l'action des entomophages.

Malgré ce découpage en nombreuses sous-unités, nous n'avons pu identifier la situation qui correspond à celle que nous présentons ici. Faute de pouvoir nous reporter à un thème précis déjà répertorié, nous nous sommes vus contraints de procéder par rapprochement et juxtaposition de plusieurs rubriques décrites Price.

Dans l'exemple qui suit, la plante "influence le taux de croissance et la taille du phytophage" tout autant qu'elle "influence la survie du phytophage et son abondance", ce qui correspond à un avantage pour l'attaque des ennemis naturels et correspond bien aux situations écologiques décrites par Price. Cependant, il faut immédiatement ajouter que dans le cas décrit ci-dessous, il ne s'agit pas de la plante cultivée elle-même, mais d'une plante du même genre, cultivée secondairement. Ceci nous renvoie à la subdivision "plantes associées" ayant une influence significative sur les ennemis naturels.

La rubrique dans laquelle s'inscrit la contribution qui suit pourrait s'intituler "plantes associées qui influencent l'abondance du phytophage et procurent aux ennemis naturels un supplément de proies". Cette notion rejoint la thématique développée par Hagen dans le même ouvrage (Hagen, 1986).

La cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, introduite accidentellement en Afrique centrale dans les années 1970, a fait l'objet d'un nombre considérable de travaux. Nombre d'entre eux concernent la lutte biologique au moyen d'un parasitoïde acclimaté dans toute l'Afrique à la faveur d'une campagne de l'IITA (Herren 1981). D'autres, moins nombreux, portent sur l'influence des prédateurs Coccinellidae indigènes (Umeh 1982).

Dans le cadre d'une étude effectuée au Congo, nous avons pu observer le manque d'efficacité dans la régulation du ravageur par la coccinelle *Exochomus flaviventris* Mader. Cette contre-performance est due au fait que les coccinelles prédatrices ne se développent pas en permanence dans les champs de manioc attaqués par la cochenille. Elles colonisent ces champs au début de la gradation de la proie, en très petits nombres, à partir de populations de proies naturelles, peu abondantes et présentes sur d'autres plantes, dans d'autres habitats. Dans le même temps, on peut observer, dans des parcelles cultivées en "faux-caoutchouc", d'abondantes populations de la cochenille du manioc, présentes au cours d'une grande partie de l'année et qui hébergent un grand nombre de coccinelles prédatrices.

Le rapprochement entre ces deux observations est à l'origine de la présente étude. Celle-ci s'attachera à illustrer l'importance de la présence du manioc hybride sur la dynamique d'un couple proie-prédateur et sur la régulation biologique qui peut en résulter.

Matériel et méthodes

Nous avons travaillé dans des champs de manioc *Manihot esculenta* Crantz (variété M'pembé, dans la région de Kombé et dans des parcelles de "faux-caoutchouc" (un hybride de *M. esculenta* et de *M. glaziovii* Mull.

Arg.) dans la région de M'pila. Chacune de ces régions se situe dans les environs de Brazzaville.

L'étude se fonde sur des dénombrements de cochenilles et de coccinelles avec identification des différents stades de développement. A partir de ces données, nous avons tracé des courbes d'abondance et mis en évidence des structures d'âge. L'unité de dénombrement est l'apex des tiges de manioc, siège privilégié de la colonisation par la cochenille et du développement des colonies.

Les comptages se font *in situ* (non destructif) et concernent 30 apex différents sélectionnés chaque semaine dans les mêmes champs (Fabres 1981). Ces données sont ensuite traitées telles quelles, ou regroupées par quinzaine ou par mois selon le degré de précision requis par l'analyse. Les données utilisées ici ont été collectées et traitées au cours de douze années d'investigations par une équipe dont les membres sont cités dans le texte et en bibliographie.

Résultats

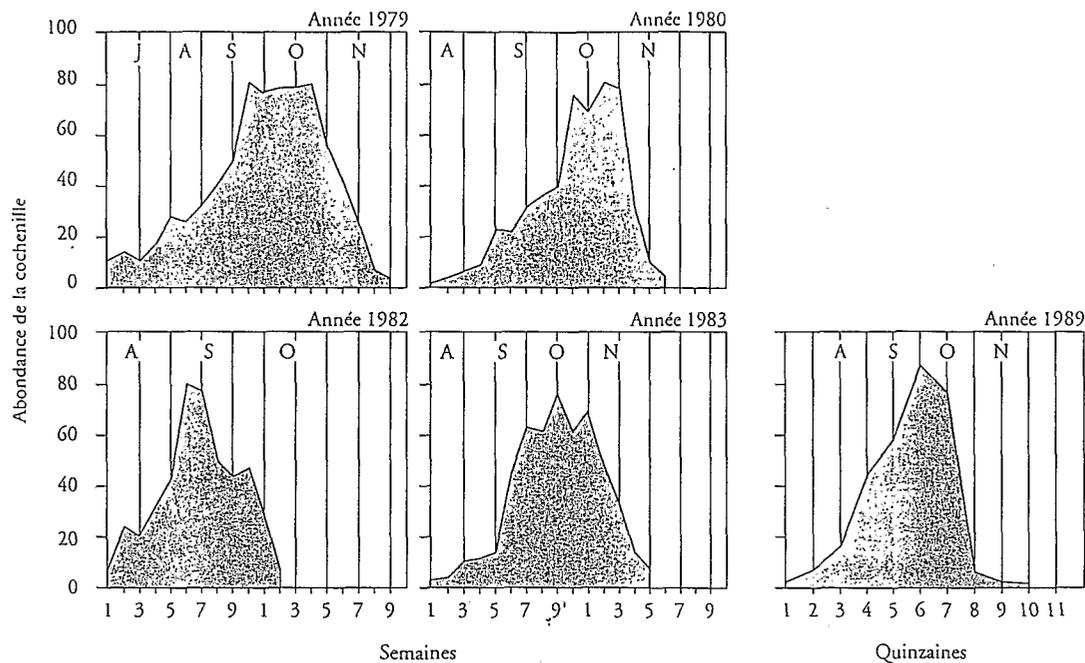
La plante et la cochenille: influence du manioc hybride sur la dynamique des population de la cochenille

Profils de gradation de *P. manihoti* sur *Manihot esculenta* Les travaux sur la dynamique des populations de la cochenille du manioc ont débuté au Congo en 1979. Ils ont débouché sur des séries entières de données annuelles. Celle présentée ici est la plus ancienne mais aussi la plus complète (Fabres, 1989). Les tendances observées ont été confirmées au cours des années suivantes (Le Rü et al. 1991; Reyd 1991; Kiyindou 1993) et les derniers relevés effectués en 1992 vont dans le même sens (Biassangama et Fabres 1996).

Sur *M. esculenta*, la gradation intervient systématiquement au cours de la saison sèche (de juillet à novembre) et se développe dans un laps de temps relativement court (trois à quatre mois). Les effectifs augmentent puis diminuent très rapidement, passant en quelques semaines de valeurs négligeables (quelques rares cochenilles dans les champs avant et après la gradation) à des effectifs de 80 à 100 cochenilles de tous stades par apex (Figure 1). Certaines années cependant, la gradation est bimodale et se développe plus longuement dans le temps, au-delà du mois de novembre. Ce fut le cas en 1981 (Fabres et Le Rü 1988) et en 1986 (Le Rü et al. 1991), mais il ne s'agit pas d'un cas général.

Lorsqu'une population d'insectes phytophages développe un mécanisme de pullulations périodiques, de grande amplitude mais brèves dans le temps, ses ennemis naturels y trouvent momentanément une alimentation abondante mais sont contraints de trouver d'autres proies dans l'intervalle, pour assurer leur cycle de développement. Dans le cas présent, les coccinelles prédatrices de la cochenille du manioc doivent, au moment de la dégradation, se rabattre sur d'autres cochenilles-hôtes (autres Pseudococcidae trouvées sur le manioc ou dans d'autres habitats) dont les populations sont beaucoup moins abondantes. Leurs effectifs de coccinelles en seront diminués d'autant et la dynamique de leur population est affectée.

Figure 1 Profils de gradation des populations de la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti*) sur *Manihot esculenta* variété M'pembé dans la région de Kombé (Brazzaville) au cours de cinq années de culture



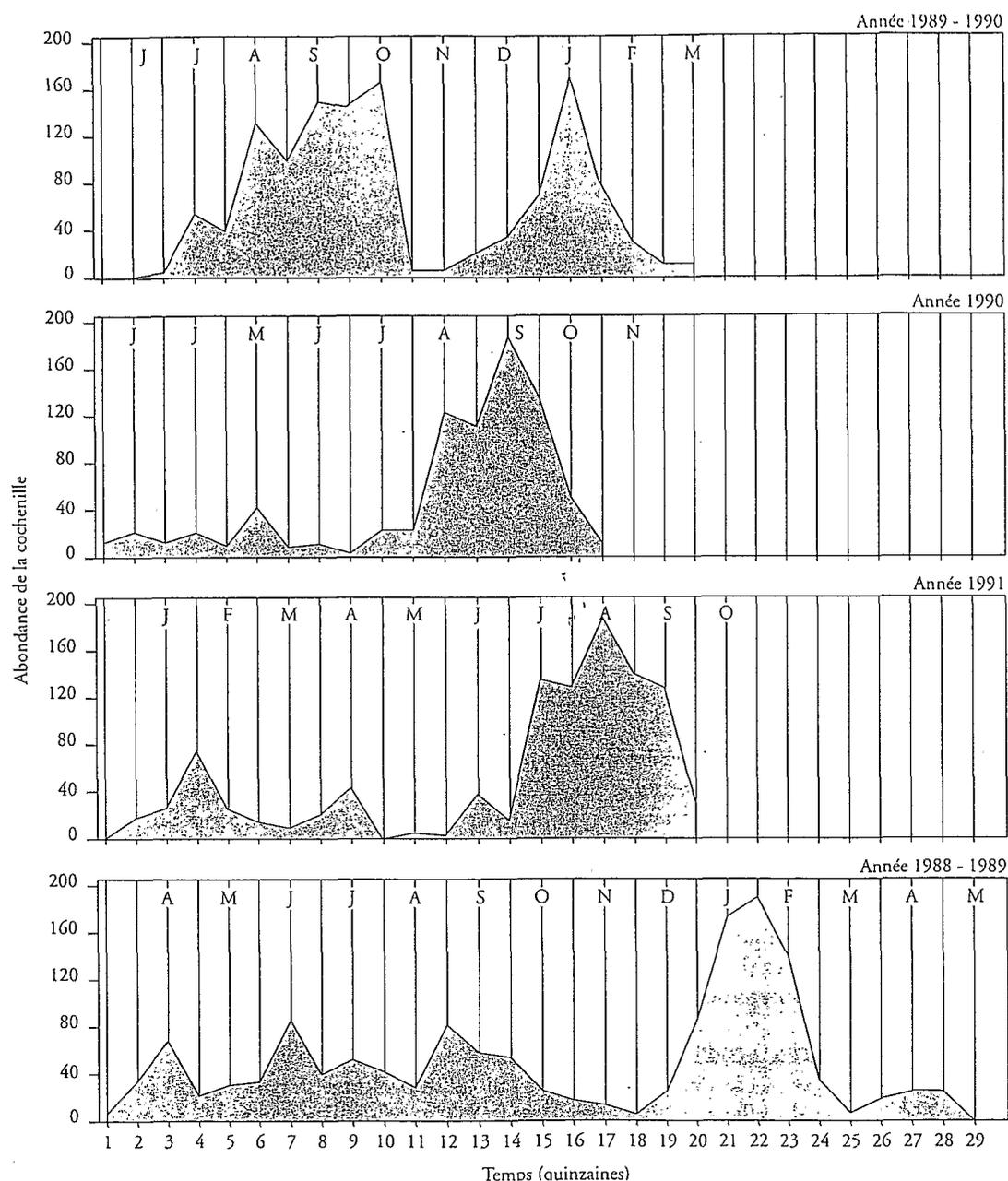
Profils de gradation de *P. manihoti* sur faux-caoutchouc Les études portant sur la dynamique des populations de la cochenille du manioc sur faux-caoutchouc sont plus récentes et les séries de relevés, moins longues. Celle qui est à notre disposition couvre la période 1988-1991 (Figure 2) et correspond à des travaux conduits par Kiyindou (1993) et par Reyd (1991). Les tendances qui ont été constatées sont confirmées par des observations faites par Biassangama en 1992 (Biassangama et Fabres, 1996).

Sur faux-caoutchouc, la gradation est systématiquement plus longue que sur manioc. Elle peut être bimodale comme en 1989/90 (et elle est alors comparable à ce qui se passe sur *M. esculenta* dans de rares cas), ou monomodale, avec persistance de fortes densités de part et d'autre du pic principal de gradation.

La gradation de saison sèche débute en juillet 1989 et se prolonge par un second pic en janvier 1990. Des effectifs de valeur significative (de 10 à 20 cochenilles par apex) se maintiennent jusqu'en juillet 1990. A cette date, une pullulation de saison sèche se développe normalement et dure d'août à octobre 1990. Dans ce cas, la cochenille du manioc est présente dans les plantations de faux-caoutchouc pendant une quinzaine de mois. En dehors des pics de pullulation (160 cochenilles au maximum par apex), les effectifs sont variables mais se maintiennent autour d'une valeur moyenne de 20 cochenilles par apex. Ils sont cependant réduits en novembre 1989 et en juin 1990.

En 1991, la gradation ne se prolonge pas au-delà du pic de la saison sèche (août) mais des densités de l'ordre de 10 à 40 cochenilles par apex se maintiennent régulièrement à partir du mois de janvier (80 cochenilles par apex à la fin de janvier). La cochenille est donc présente de façon significative dans les parcelles pendant 9 mois.

Figure 2 Profils de gradation des populations de la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti*) sur faux-caoutchouc dans la région de Mpila (Brazzaville) au cours de quatre années successives



L'année 1988/89 est exemplaire de cette situation: si l'on inclut une phase de pullulation anachronique de 3 mois (décembre à février), on constate la présence de la cochenille sur la plante pendant 13 mois successifs, avec des effectifs très significatifs de 40 à 80 cochenilles par apex.

Il est à noter ici que la comparaison des valeurs absolues qui quantifient l'abondance des cochenilles entre *M. esculenta* et le faux-caoutchouc doit être faite avec beaucoup de prudence, les plantes n'ayant pas toutes la même architecture. Pour donner une idée exacte de la densité des

cochenilles dans le champ ou sur la parcelle, le décompte des cochenilles par apex doit être associé à celui des cochenilles sur les feuilles. De même, il faut se garder de mettre en comparaison des séries de dénombrements qui n'ont pas été réalisés simultanément. On peut cependant retenir à ce stade que, sur faux-caoutchouc, les cochenilles sont présentes en grande abondance, ce qui permet un maintien des populations des ennemis naturels, au moins aussi facilement que dans les champs de *M. esculenta* pendant les seules périodes de gradation.

En 1989 (Reyd 1991; Kiyindou 1993) et en 1991 (Biassangama et Fabres, 1996), des relevés ont été opérés simultanément sur *M. esculenta* et sur faux-caoutchouc. Dans les deux cas, les valeurs obtenues au sommet des pics de gradation s'établissent à 80-90 cochenilles sur *M. esculenta* et à 120-130 sur faux-caoutchouc. Ces chiffres permettent d'affirmer globalement que les cochenilles sont plus abondantes sur faux-caoutchouc que sur *M. esculenta*.

Les travaux de Tertuliano (1993) sur l'influence de la plante-hôte sur les caractéristiques biologiques de la cochenille du manioc font ressortir les raisons de cette abondance (voir tableau). Il apparaît que les taux intrinsèques d'accroissement de la population sont sensiblement identiques (0,14 et 0,15) chez les deux variétés. La différence provient d'une plus grande "résistance" de l'hybride, qui provoque une plus forte mortalité et impose une vitesse de développement plus faible que celles observées chez *M. esculenta*. Les densités supérieures enregistrées sur faux-caoutchouc et au plus fort des gradations sont probablement dues à la permanence de la cochenille sur des périodes plus longues chez l'hybride, à la succession d'un nombre plus grand de générations et à l'effet multiplicateur qui en résulte.

Le tableau ci-après montre que le faux-caoutchouc provoque un ralentissement de la durée du développement et de la durée de ponte, ainsi qu'une augmentation en taille et en poids de la cochenille. Il se pourrait que ce phénomène soit propice au maintien des ennemis naturels telles les coccinelles.

Tableau 1 influence de la plante sur quelques paramètres du développement de la cochenille (Tertuliano) et de la coccinelle prédatrice (Kiyindou)

<i>Phenacoccus manihoti</i>	M'pembé	Faux-caoutchouc
Accroissement de population =	0,150	0,141
Rc durée de développement en	30,1	32,4
Jours durée de ponte en jours	16	18
Mortalité en %	1,5	3
Taille (mm) et poids (mg)	1,53 - 1,34	2,02 - 1,65

D'après Tertuliano, 1993

<i>Exochomus flaviventris</i>	M'pembé	Faux-caoutchouc
Taux de multiplication	1,7	2,8

D'après Tertuliano, 1993

D'après Kiyindou, 1991

La coccinelle et la cochenille: influence de la dynamique des populations de la proie sur le prédateur

Exochomus flaviventris dans les champs de *M. esculenta*

Fabres et Kiyindou (1985) et Kiyindou et al. (1990) ont mené des études comparatives de la dynamique des populations de la cochenille et de la coccinelle indigène *Exochomus flaviventris* Mader dans des champs de *M. esculenta* au cours des saisons sèches de 1980 et de 1985 respectivement. Les paragraphes qui suivent en reprennent les caractères principaux (Figure 3).

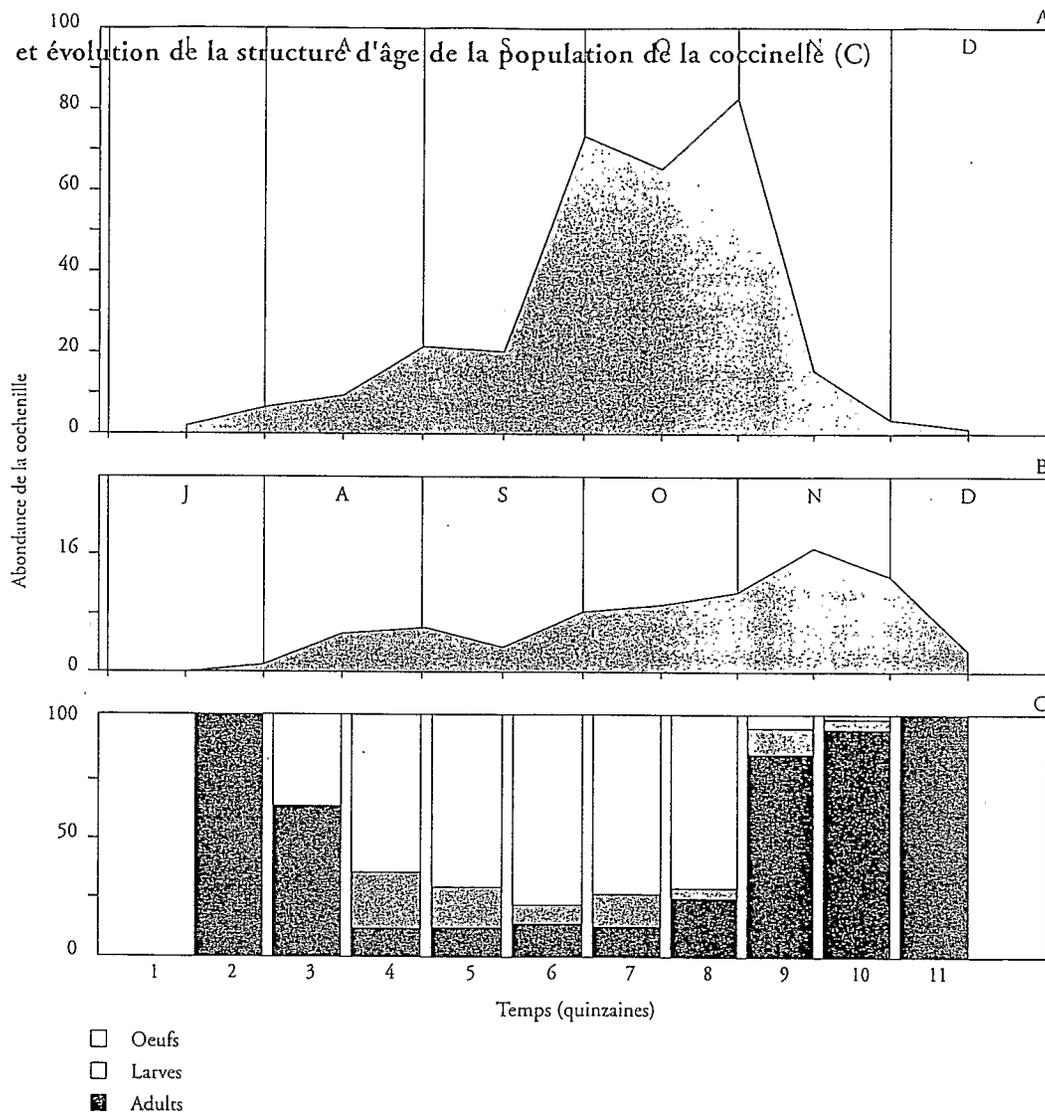
En 1985, la gradation de la cochenille du manioc sur *M. esculenta* présente un profil classique: la pullulation est rapide, brève (4 mois) et de grande amplitude, avec un maximum de 80 cochenilles par apex (Figure 3A). Dans le même temps, la population de *E. flaviventris* se développe très lentement: faibles effectifs au départ, augmentation lente, abondance relativement faible au pic de développement de la population (16 individus par apex) (Figure 3B). A l'évidence, les coccinelles tirent profit de la présence massive de proies sans toutefois pouvoir assurer à elles seules une régulation significative. On peut considérer que celle-ci serait plus efficace si les coccinelles se trouvaient en plus grand nombre dans le champ, au tout début de la gradation de la cochenille.

Un étude fine de la structure d'âge de la population (Figure 3C) met en lumière deux phénomènes importants :

1. Les premiers individus que l'on trouve dans les champs sont exclusivement des adultes et l'on ne trouve, simultanément, aucune vieille larve ni nymphe. Il ressort de ce constat que les coccinelles ne se sont pas développées dans le champ, mais qu'elles sont venues de l'extérieur (déplacement) au moment où les effectifs de la cochenille ont commencé à croître. Cette observation rejoint ce qui a été dit plus haut en ce qui concerne la nécessité pour les prédateurs de quitter le champ au moment où les proies se raréfient.
2. On observe deux périodes à présence exclusive d'adultes: en début de gradation et en fin de gradation. Par conséquent, une seule génération de la coccinelle se développe au cours de la pullulation de la cochenille (3 à 4 générations pour *P. manihoti*) et ce sont les adultes de cette génération qui quittent le champ au moment de la réduction des effectifs de la proie.

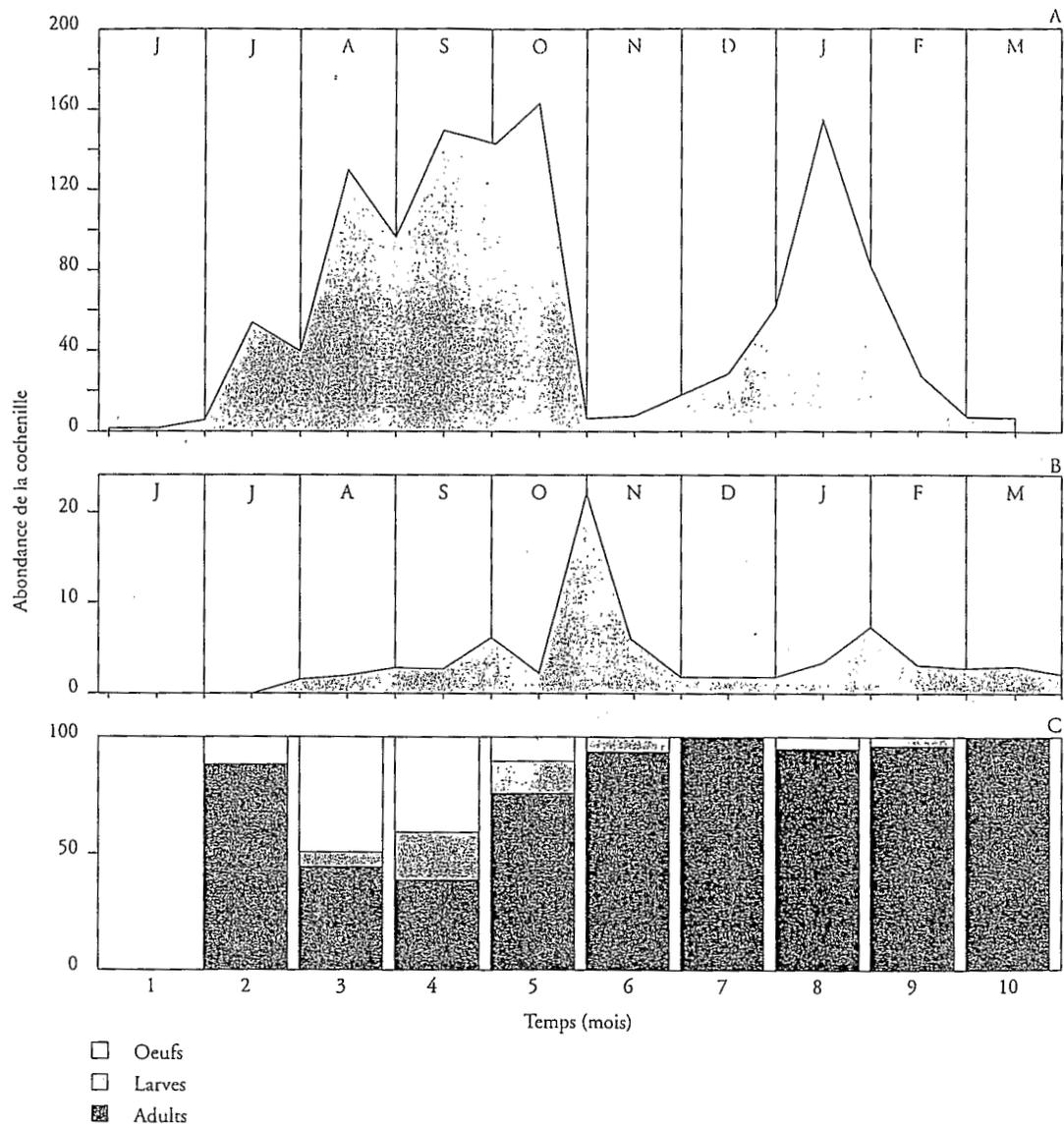
De ces observations, on peut dégager le schéma suivant: au moment où les effectifs de la cochenille commencent à croître, les coccinelles colonisent le champ de manioc. Elles viennent d'habitats naturels où elles se nourrissaient d'autres proies présentes en quantités moins abondantes. De ce fait, c'est un petit nombre de coccinelles qui arrive dans le champ et l'accroissement de la population du prédateur sera lent. Il le sera d'autant plus que l'effet multiplicateur habituellement dû à la succession de plusieurs générations n'aura pas l'occasion de se produire. Au moment où les cochenilles se raréfient (fin de gradation), les coccinelles adultes de la nouvelle génération quittent le champ. Elles sont plus nombreuses qu'au début, l'abondance des proies étant favorable à la fécondité et à la survie. Mais pour assurer leur multiplication (nouvelle génération), il faut qu'elles trouvent des proies naturelles (qui seront peu abondantes). Leurs effectifs diminueront proportionnellement. Au cours de la saison sèche suivante, le même mécanisme se mettra en place avec un nombre de coccinelles aussi faible qu'à la saison précédente. On peut supposer que le nombre de coccinelles colonisant les champs de *M. esculenta* au moment de la pullulation de la cochenille du manioc présentera une augmentation importante dès lors que les prédatrices trouveront des proies en abondance en dehors des phases de gradation de la cochenille, et dans d'autres habitats.

Figure 3 Profil d'abondance d'une population de la coccinelle prédatrice *Exochomus flaviventris* (B) comparé à celui de la cochenille du manioc sur M'pembé (A) en 1985, et évolution de la structure d'âge de la population de la coccinelle (C)



***Exochomus flaviventris* dans les plantations de faux-caoutchouc** L'étude conduite en 1989 (Reyd 1991; Kiyindou 1993) était de même nature que la précédente et avait pour objectif de mettre en évidence l'incidence d'une plante hôte originale (faux-caoutchouc) ayant pour caractéristiques d'héberger un grand nombre de cochenilles du manioc sur des périodes très longues (Figure 4).

Figure 4 Profil d'abondance d'une population de la coccinelle prédatrice *Exochomus flaviventris* (B) comparé à celui de la cochenille du manioc sur faux-caoutchouc (A) en 1989/90, et évolution de la structure d'âge de la population de la coccinelle (C)



En présence d'une gradation bimodale de *P. manihoti* sur une période de 8 mois (Figure 4A), on observe que la population de coccinelles se maintient sur place pendant toute la gradation. Les effectifs ne sont pas plus élevés que ceux enregistrés sur *M. esculenta* en 1985. On enregistre deux pics, qui correspondent à la double pullulation. Le premier permet de répertorier 20 individus par apex (Figure 4B). La présence du prédateur est constante, à hauteur de 5 individus en moyenne par apex. La comparaison directe avec les valeurs obtenues en 1985 sur *M. esculenta* n'a qu'une valeur indicative, mais des dénombrements réalisés simultanément en 1989 dans les deux types de culture confirment cette similitude: 19,8 coccinelles par plant sur *M. esculenta* contre 22,5 sur faux-caoutchouc au cours des mois de juillet, août et septembre, ce qui correspond à la gradation de la cochenille sur *M. esculenta* et au premier pic de gradation sur faux-caoutchouc.

Ce qui différencie la population sur faux-caoutchouc de celle sur *M. esculenta*, c'est l'apparition de deux générations successives. Ce phénomène se traduit par la présence exclusive d'adultes en juillet (avec un petit pourcentage d'oeufs) et en décembre-janvier (Figure 4C). Il révèle que les conditions de permanence d'une population de proies à un bon niveau d'abondance (ici, gradation bimodale) permet le développement sur place de plusieurs générations.

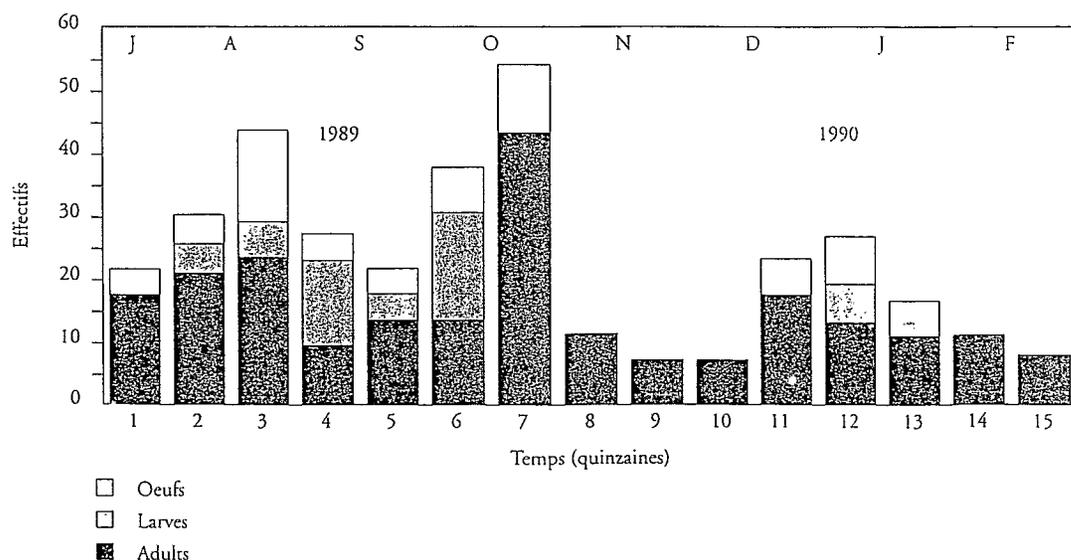
Cette information est illustrée plus en détail à la Figure 5. On voit parfaitement l'arrivée des adultes dans le champ en juillet 1989, au moment où la gradation de la cochenille se développe, leur départ en février 1990, au moment où les effectifs de cochenilles se réduisent, et le développement de deux générations entre ces deux dates.

Le développement sur place de plusieurs générations a habituellement un "effet multiplicateur" sur l'abondance et il est surprenant de ne pas observer, sur faux-caoutchouc, des effectifs de coccinelles significativement plus élevés que sur *M. esculenta*. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'effet multiplicateur ne peut se matérialiser que sur une longue période de contact entre une population de proies abondantes et la population du prédateur (comme c'est le cas en 1988/89). Si la pullulation est brève (comme sur *M. esculenta*) ou bimodale à deux pics bien séparés (comme sur faux-caoutchouc), ses effets ne se font pas sentir. Cette hypothèse est confortée par une observation, faite en 1989, qui montre que le taux de multiplication de la coccinelle sur faux-caoutchouc est bien plus élevé sur l'hybride que sur *M. esculenta* (voir tableau).

La population de coccinelles qui se développe dans les plantations de faux-caoutchouc présente les caractéristiques suivantes;

1. les coccinelles sont visibles et dénombrables sur le terrain pendant une période beaucoup plus longue;
2. plusieurs générations peuvent se développer successivement en un même lieu;
3. les effectifs, comparables à ceux observés sur *M. esculenta* au cours des premiers mois de gradation, peuvent augmenter rapidement avec le temps, au fur et à mesure de la succession des générations.

Figure 5 Evolution de la structure d'âge de la population de la coccinelle *Exochomus flaviventris* sur la cochenille du manioc et sur faux-caoutchouc en 1989/90, avec succession de deux générations



Conclusion

Présence du manioc hybride dans le temps et l'espace

Les parcelles de faux-caoutchouc qui hébergent le couple *P. manihoti*-*E. flaviventris* pendant des périodes plus longues et à des niveaux d'abondance plus élevés par rapport aux champs de manioc peuvent être considérées comme des réservoirs de prédateurs susceptibles d'intervenir plus efficacement dans la régulation de la cochenille. Une double question se pose alors: celle de la proximité dans l'espace des parcelles de faux-caoutchouc et des champs de *M. esculenta*, et celle de la manière dont la courte durée des pullulations sur *M. esculenta* est compensée par une présence plus longue sur faux-caoutchouc. La Figure 6 tente de schématiser différents scénarios.

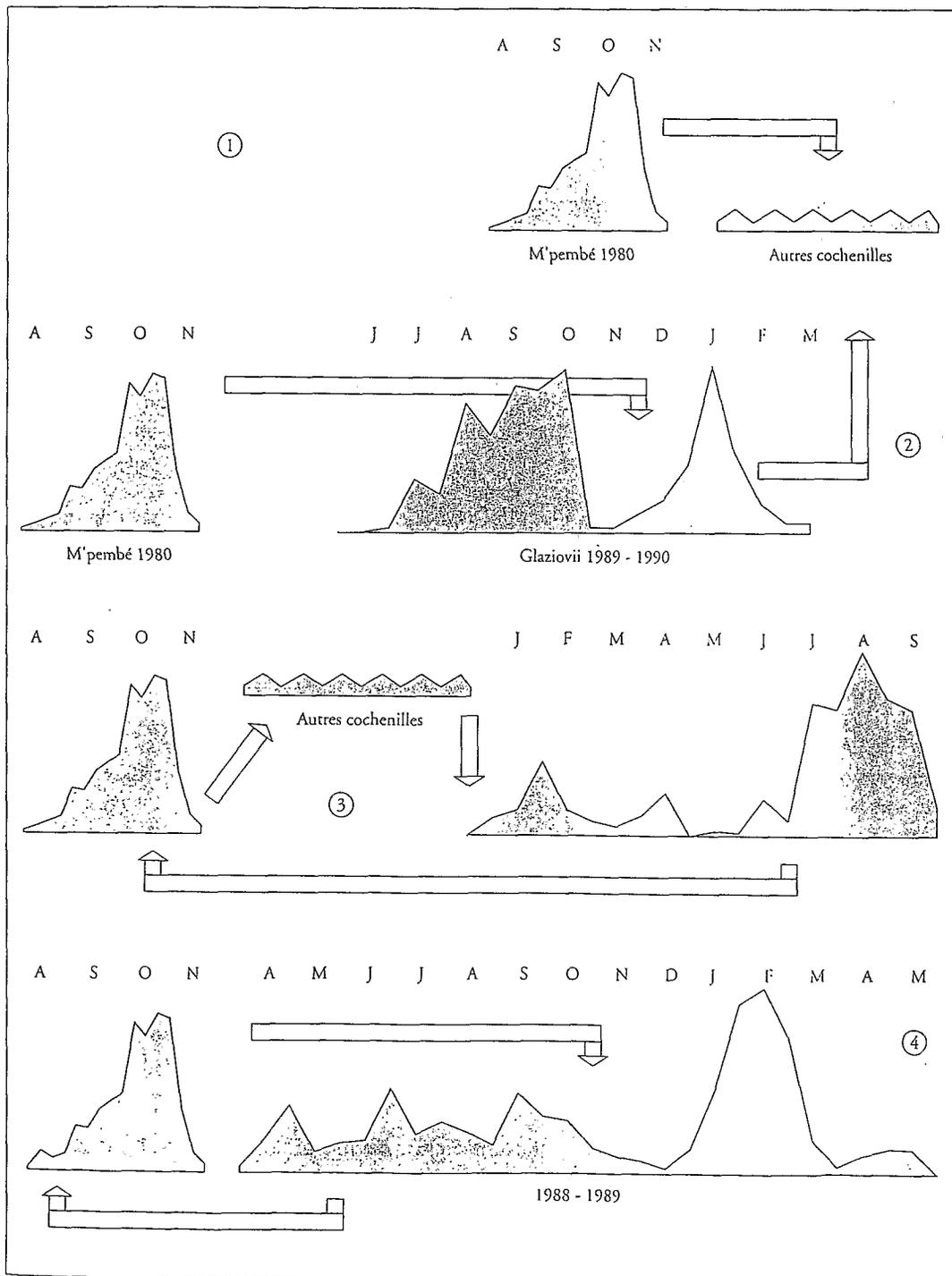
1. Lorsque la gradation est brève, comme sur *M. esculenta*, les coccinelles retournent à des populations naturelles de faible niveau d'abondance (figure 6A). C'est ce qui s'observe sur faux-caoutchouc lorsque la pullulation, bien que bimodale, ne dure que 7 à 8 mois et qu'elle ne peut pas constituer un relais vers *M. esculenta* du fait d'un décalage dans le temps (Figure 6B).
2. Dans le cas observé en 1991, il n'y a pas recouvrement entre les pullulations sur les deux plantes. Les coccinelles rejoignent les proies naturelles mais reviennent dès janvier sur faux-caoutchouc, où elles se développent en grand nombre (effet multiplicateur) avant de se déplacer vers les champs de *M. esculenta* (Figure 6C).
3. En 1988/89, du fait de la présence pendant treize mois de cochenilles en abondance sur faux-caoutchouc, il y a recouvrement complet des gradations sur les deux plantes, avec effet multiplicateur sur faux-caoutchouc avant la gradation sur *M. esculenta*. Le même avantage peut être attendu de cette situation (Figure 6D).

Ainsi, on préconisera la proximité spatiale des champs de *M. esculenta* et des parcelles de faux-caoutchouc. Cette pratique vient s'ajouter à celles qui consistent à associer à la culture des plantes, autres que les plantes cultivées, afin de fournir aux ennemis naturels une alimentation alternative (Price 1986).

Modification des caractéristiques biologiques de la cochenille

Le fait que le faux-caoutchouc ait une influence sur la biologie de la cochenille est également à prendre en considération. Dans la partie du tableau qui s'inspire des travaux de Tertuliano (1993) sont reportées des indications sur les modifications des caractéristiques biologiques de la cochenille en relation avec la nature de la plante hôte. On observe que sur faux-caoutchouc, la taille, le poids et la vitesse de développement sont sensiblement modifiés par rapport à ce qui est observé sur M'pembé. Dans de nombreux cas, on peut tirer avantage du fait que la plante modifie le ravageur, de façon telle que celui-ci devient une proie plus facile pour les prédateurs ou les parasitoïdes. La pression régulatrice que ces derniers exerceront en sera ainsi d'autant plus forte (van Emden 1986).

Figure 6 Mécanisme de déplacement des cochenilles "à partir" et "vers" les populations de la cochenille du manioc sur M'pembé (A et B: circuits passant par les populations naturelles de cochenilles indigènes; C: circuit utilisant ces populations naturelles, mais aussi les cochenilles du manioc qui se développent sur faux-caoutchouc; D: circuit court qui assure le passage direct des cochenilles sur M'pembé à celles sur faux-caoutchouc et réciproquement)



Bibliographie

Biassangama, A. et G. Fabres, 1996. Influence d'un hybride du manioc sur le développement du parasitoïde *Epidinocarsis lopezi* et de ses hyperparasites au Congo. Communication présentée à l'occasion du séminaire intitulé "Lutte intégrée contre les insectes ravageurs dans les petites exploitations agricoles: intégration de la lutte biologique et de la résistance variétale", organisé par le CTA (Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale), l'IIBC (Institut International de Lutte Biologique) et l'IAR (Institut Ethiope de Recherche Agricole), 9-14 octobre 1995, Addis-Abeba, Ethiopie. (sous presse).

Fabres, G., 1981. Première quantification du phénomène de gradation des populations de *Phenacoccus manihoti* (Hom. Pseudococcidae) en République du Congo. *Agronomie* 1(6): pp 483-86.

Fabres, G., 1989. Influence de la "capacité limite" et régulation de l'abondance d'un phytophage: cas de la cochenille du manioc. *Bull. Soc. Fr. Zool.* 114, pp 35-42.

Fabres, G. et A. Kiyindou, 1985. Comparaison du potentiel biotique de deux coccinelles prédatrices de *Phenacoccus manihoti* au Congo. *Acta Oecol., Oecolog. Appli.* 6(4), pp 339-348.

Fabres, G. et B. Le Rü, 1988. Etude des relations plante insecte pour la mise au point de méthodes de régulation des populations de la cochenille du manioc. In: VII Symposium of the International Society for Tropical Root Crops. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), Paris, France. p 563 à 577.

Hagen, K.S., 1986. Ecosystem analysis: Plant cultivars (HPR), entomophagous species and food supplement. In: Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. Boethel D.J. et R.D. Eikenbary (eds). Wiley & Sons, Chichester (R.U.). p 151 à 197.

Herren, H.R., 1981. Lutte biologique contre la cochenille du manioc. *Plantes Racines Tropicales: Stratégies de recherches pour les années 1980*. IDRC (International Development Research Centre), Ibadan, Nigéria. pp 85 et 86.

Kiyindou, A., 1993. Biologie et pouvoir régulateur d'*Exochomus flaviventris*, d'*Hyperaspis senegalensis*, *hottentottu* et de *Diomus hennesseyi* (Col., Coccinellidae): espèces prédatrices de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* (Hom., Pseudococcidae), au Congo. Thèse, Université de Rennes, Rennes, France. 134 p.

Kiyindou, A., B. Le Rü et G. Fabres, 1990. Influence de la nature et de l'abondance des proies sur l'augmentation des effectifs de deux coccinelles prédatrices de la cochenille du manioc au Congo. *Entomophaga* 35(4), pp 611-620.

Le Rü, B., Y. Iziquel, A. Biassangama et A. Kiyindou, 1991. Variations d'abondance et facteurs de régulation de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* (Hom.: pseudococcidae) cinq ans après l'introduction d'*Epidinocarsis lopezi* (Hym.: encyrtidae) parasitoïde néotropical au Congo en 1982. *Entomophaga* 36(4), pp 499- 511.

Price, P.W., 1986. Ecological aspects of host plant resistance and biological control: interactions among three trophic levels. In: Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. Boethel D.J. et R.D. Eikenbary (ed). Wiley & Sons, Chichester (R.U.). pp 11 à 30.

Reyd, G., 1991. Activité prédatrice et bioécologie des Coccinelles *Hyperaspis raynevali* et *Exochomus flaviventris*, associées à la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti*, au Congo. Université de Paris VI, Paris, France. 114 p.

Tertuliano M., 1993. Résistance du manioc à la cochenille farineuse *Phenacoccus manihoti* (Homoptera: Pseudococcidae): rôle de quelques composés chimiques foliaires. Université de Rennes I, Rennes, France. 98 p.

Umeh, E.D.N., 1982. Biological studies on *Hyperaspis marmottani* Fairn. (Col. Coccinellidae) a predator of the cassava mealy bug *Phenacoccus manihoti* Mat. Fer. (Hom. Pseudococcidae). Z. Angew. Entomol. 94, pp 530-532.

Van Emden, H.F., 1986. The interaction of plant resistance and natural enemies : Effects on populations of sucking insects. In: Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. Boethel, D.J. et R.D. Eikenbary. Wiley & Sons, Chichester (R.U.). pp 139 à 150.