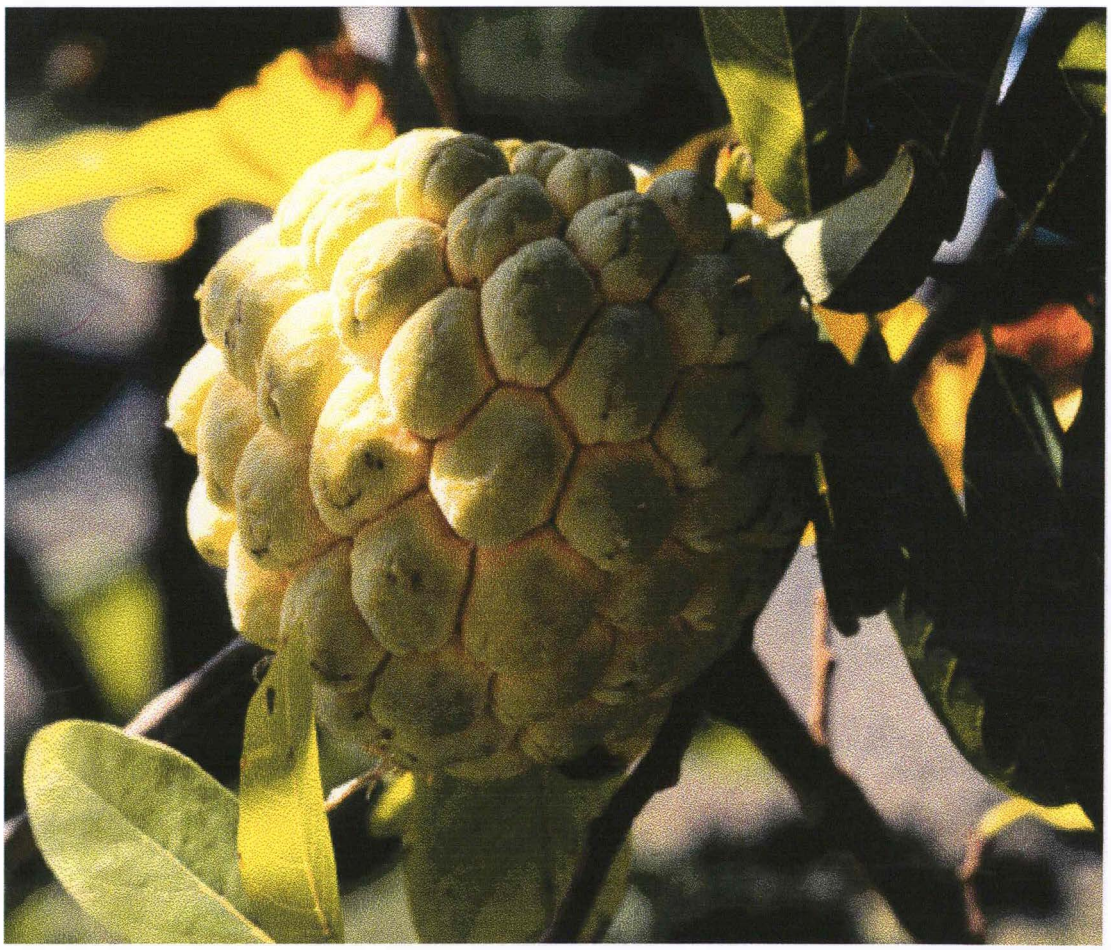
CONTRIBUTION A L'AMELIORATION DES RENDEMENTS DE L'ATTE (*Annona squamosa*)

Pollinisation manuelle
Protection phytosanitaire



Didier PASTOU

FDGDEC - Délégation Sud
21 chemin Luspot - 97430 Tampon
✆ 0262 57 79 09 • fax : 0262 57 39 78 •

Fabrice Le BELLEC
René-Claude JUDITH

CIRAD-FLHOR - Station de Bassin-Plat
B.P.180 - 97455 St-Pierre Cedex
✆ 0262 96 97 30 • fax : 0262 25 11 31 •
Email : lebellec@cirad.fr

Contribution à l'amélioration des rendements de l'atte

Sommaire

	Pages
1. Problématique	2
2. Amélioration des rendements de l'atte par la pollinisation manuelle	
2.1 Ecologie florale d'*Annona squamosa* et répercussions	3-5
2.2 Amélioration des rendements par la pollinisation manuelle	5-10
2.3 Discussion et perspectives	10-11
Planches photos : effet de la pollinisation et ravageurs	12
3. Amélioration des rendements de l'atte par la protection phytosanitaire	
3.1 Cycle phénologique d'*Annona squamosa* et répercussions	13-14
3.2 Etude du complexe parasitaire de l'attier	14-18
3.3 Les pyrales des Annonacées	19-28
3.4 Discussion et perspectives	29-30
4. Bibliographie	31

Remerciements

Le CIRAD et la FDGDEC tiennent à remercier tout particulièrement Monsieur et Madame VION, agriculteurs à Saint-Leu, pour leur investissement dans ce travail.

1. Problématique

Originaire des Antilles et introduit à la fin du dix-huitième siècle sur l'île Maurice (Le Bellec et Renard, 1997), l'attier (*Annona squamosa* L.) est aujourd'hui subspontané aux Mascareignes dans les vergers et jardins (Bosser et al, 1980). Cette espèce, plus connue sous le nom de « zatte » à la Réunion, est extrêmement appréciée et populaire ; notamment dans la région Saint-Leu (ouest de l'île). Les surfaces plantées à la Réunion sont estimées à 4 ha et concernent une dizaine d'agriculteurs (L. Picard, communication personnelle). Tous les arbres (même plantés en verger) sont issus de semis. Si cet état de fait a largement contribué à la diversité variétale actuelle, la production induite se trouve quant à elle extrêmement hétérogène (faible productivité, fruits petits et déformés...) et ne peut dans ces conditions répondre aux exigences qualitatives d'un marché. De plus, s'ajoutent depuis quelques années des contraintes phytosanitaires importantes (Quilici, 1997) compromettant d'avantage cette culture qui pourrait sans cela offrir aux producteurs un réel créneau de diversification.

L'objectif affiché de cette étude, menée en 1998 et 1999 conjointement par le CIRAD[1] et la FDGDEC[2], est d'améliorer les rendements de l'attier aussi bien quantitativement que qualitativement. Pour une meilleure lisibilité des résultats, la première partie de ce document présentera les travaux engagés pour augmenter la productivité de l'espèce (notamment par la pollinisation artificielle), la seconde partie contribuera à la préservation de cette production, notamment par l'étude du complexe parasitaire en vue de la préconisation d'une méthode de lutte contre les principaux ravageurs affectant les « zattes » à la Réunion.

Rapport achevé en décembre 1999

[1] **CIRAD** : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.
[2] **FDGDEC** : Fédération Départementale de Groupement de Défense contre les Ennemis des Cultures.

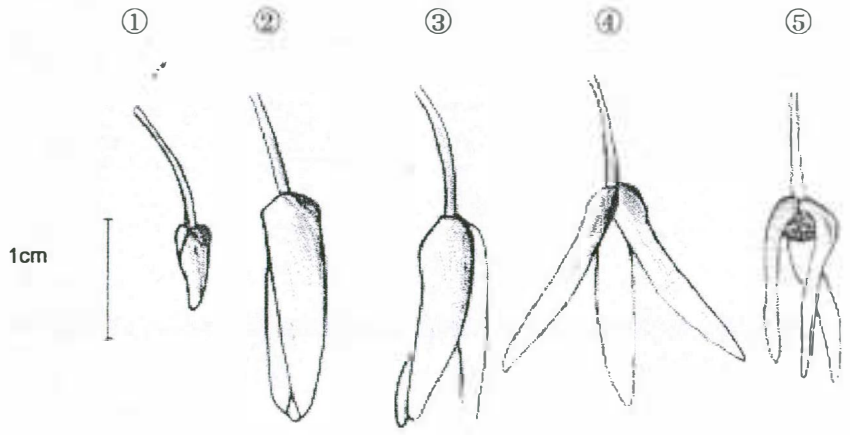
Amélioration des rendements par la protection phytosanitaire

2. Amélioration des rendements de l'atte par la pollinisation

2.1 Ecologie florale d'*Annona squamosa et répercussions*

Les études sur la l'écologie florale d'*Annona squamosa* sont peu nombreuses et ne concernent d'ailleurs que très rarement spécialement cette espèce. En effet, les principaux pays producteurs d'annones (Australie, Californie, Espagne...), cultivent (et donc étudient) d'autres espèces proches : la chérimole (*Annona cherimolia*) et l'atemoya (hybride de ces deux espèces, *Annona cherimolia* x *A. squamosa*). Le comportement floral de ces trois espèces est cependant très proche, et notamment caractérisé par une dichogamie accusée. De ce fait, les fleurs, bien qu'hermaphrodites, ne peuvent s'autoféconder ; le stigmate (partie femelle de la fleur) est réceptif avant la maturité des étamines (partie mâle, contenant le pollen). Ce caractère marqué de protogynie combiné à la faible attractivité des fleurs vis à vis des insectes (Sanewski, 1991) induisent bien souvent une très mauvaise pollinisation et, par conséquent, une faible productivité (Cogez & Lyannaz 1994).

- **Stades phénologiques d'*Annona squamosa* L.**



Dessin : F. Le Bellec

① Bouton floral.
② Bouton floral, allongement maximum.
③ Ouverture de la fleur, début de la phase femelle de la fleur (pollinisation possible).
④ Début de la phase mâle de la fleur, (prélèvement du pollen possible).
⑤ Pétales fanés.

- **Déroulement du cycle floral** (voir schéma page précédente)

Après l'allongement complet des pétales de la fleur (plus ou moins 2 cm), cette dernière s'entrouvre. Le stigmate, de couleur verdâtre/jaunâtre, est luisant ; il est réceptif (phase « femelle » de la fleur ③). La déhiscence des anthères a lieu plusieurs heures après ce stade, les pétales s'ouvrent alors pour former un angle proche de 80-90°. Le pollen est libéré, c'est la phase « mâle » de la fleur (schéma ④). L'écart entre ces deux phases peut varier sensiblement avec les températures (Sanewski, 1991). Cependant, durant le pic de floraison (janvier-février), les températures observées induisent un intervalle entre ces deux phases d'un jour. La fleur entre dans sa phase « femelle » vers 14h00/16h00 et dans sa phase « mâle » le lendemain entre 15h00 et 18h00. De ce fait, durant la pleine floraison, il est possible de rencontrer le même jour sur un même arbre des fleurs en phase « femelle » et en phase « mâle » ; les premières seront en phase « mâle » le lendemain, les suivantes ont été en phase « femelle » la veille. En conséquence, si l'autopollinisation des fleurs s'avère improbable, une pollinisation croisée d'une fleur à l'autre (du même arbre ou d'un arbre différent) est possible.

- **Pollinisation naturelle**

La pollinisation naturelle de l'atte se traduit bien souvent par de très faibles taux de nouaison, de l'ordre de 1.5 à 2 % des fleurs (Nakasone & Paull, 1998). Ces résultats peuvent s'expliquer d'une part par les caractéristiques florales précédemment décrites de l'espèce, d'autre part par le manque de pollinisateurs efficaces et enfin par des conditions climatiques peu propices lors de la floraison.

❖ ***Les conditions climatiques*** : l'humidité relative semble être un facteur important, lorsqu'elle est inférieure à 60%, les fleurs se dessèchent et chutent prématurément. De même, une humidité relative trop élevée (90 % et plus), favorise les coulures de fleur. Les conditions climatiques optimales de nouaison d'*Annona squamosa* sont une humidité relative comprise entre 70 et 80 % et des températures de l'ordre de 27°C (Morton, 1987 ; Verheij & Coronel, 1992).

❖ ***Les pollinisateurs*** : Des études menées en Israël et en Australie (George et al., 1992, Gazit et *al* , 1982) ont montré l'intérêt de petits coléoptères de la famille des Nitidulidae (*Carpophilus* et *Uroporus* spp.) dans la pollinisation naturelle du genre *Annona*. Des taux de nouaison de l'ordre de 20-25 % sont annoncés sur atemoya (*Annona cherimolia* x *A. squamosa*) lorsqu'il est observé 3 insectes ou plus dans une fleur. Des Nitidulidae (espèce non déterminée) ont été

observés à la période de floraison d'*Annona squamosa* sur les fleurs d'une autre plante (*Hylocereus undatus*), ils n'ont par contre jamais été rencontrés sur atte durant les floraisons 1998 et 1999. Seuls des thrips, dont l'efficacité en temps que pollinisateurs n'a pas été vérifiée, ont été répertoriés. Les utilisations répétées d'insecticide, afin de prévenir les dégâts de chenille sur fleurs (voir chapitre 3), sont peut être à l'origine de l'absence de ces pollinisateurs sur *Annona squamosa*.

- Amélioration de la nouaison d'*Annona squamosa*

Compte tenu des caractéristiques florales d'*Annona squamosa* développées ci-dessus, il semblerait intéressant d'une part de rendre les conditions naturelles de nouaison plus favorables (augmenter l'humidité relative des parcelles en période trop sèche par une aspersion, favoriser les pollinisateurs notamment par une réduction des traitements phytosanitaires, etc.) et d'autre part d'agir artificiellement sur les fleurs pour augmenter les taux de nouaison. Deux techniques ont été testées ailleurs dans le monde sur atemoya (Verheij & Coronel, 1992), la première consiste à favoriser des fruits parthénocarpiques par des pulvérisations de régulateurs de croissance (IAA, NAA ou GA3), les résultats obtenus sont hétérogènes et ne donnent généralement pas de fruits de qualité (manque de saveur). Par contre, la seconde pratique, « plus naturelle », semble offrir de grandes potentialités, il s'agit de la pollinisation manuelle des fleurs, technique que nous avons retenue pour améliorer les rendements de l'atte durant nos expérimentations.

2.2 Amélioration des rendements par la pollinisation manuelle

- Intérêt et technique de la pollinisation manuelle des Annones

Les principaux producteurs de chérimole ou atemoya (d'Australie, de Californie, du Chili ou d'Espagne) pratiquent couramment la pollinisation manuelle des fleurs de ces espèces (Cogez & Lyannaz, 1994). Les gains de productivité sont importants et compensent généralement les frais de main d'œuvre impliqués par cette pratique (Sanewski, 1991). La technique est simple : elle consiste à prélever du pollen quand les fleurs sont en phase « mâle » et à le déposer sur les fleurs en phase « femelle » à l'aide d'un pinceau ou d'un autre outil adapté (poire à polliniser...). Cette technique, bien maîtrisée, induit des taux de nouaison élevés de l'ordre de 80 à 100 % (Sanewski, 1991).

- Stratégies et heure de pratique de la pollinisation

Deux stratégies de pollinisation sont admises, la première consiste à prélever les fleurs en tout début de phase « mâle » (vers 15h00) et de les conserver jusqu'au lendemain matin afin de polliniser les fleurs en phase « femelle ». L'autre stratégie consiste à prélever le pollen le même jour que celui de la pollinisation. Cette méthode n'est réellement possible qu'à partir d'une certaine quantité de fleurs. Elle est notamment difficilement envisageable en dehors de la période du pic de floraison car il peut être parfois difficile de trouver simultanément des fleurs en phases « femelle » et « mâle ». Quelle que soit la stratégie retenue, l'heure optimale de pratique de cette pollinisation manuelle se situe en tout début de matinée, vers 7h00. Les dernières pollinisations doivent être effectuées avant 11h00, heure après laquelle les résultats obtenus sont moins bons (Sanewski, 1991).

- Influence du mode de pollinisation sur la qualité des fruits d'*Annona squamosa*

Ces techniques de pollinisation, bien que couramment utilisées sur chérimole et atémoya, n'ont été que très rarement étudiées sur l'attier (Cogez & Lyannaz, 1994). Les essais menés à la Réunion en 1998 et 1999 visaient à valider ces techniques sur *Annona squamosa*. Les objectifs étaient d'une part de s'approprier la technique (transposition des techniques connues, calage des cycles floraux par rapport au milieu environnemental, etc.) et d'en apprécier l'influence (taux de nouaison, gain de productivité, etc.) – essai mené en 1998 - et d'autre part, en fonction des résultats obtenus en 1998, de généraliser la pratique à une parcelle entière et d'apprécier la qualité des fruits obtenus (poids, mensuration, nombre de graine, etc.) – essai réalisé en 1999.

❖ ***Essai mené en 1998***

Objectifs : transposition des techniques et appréciation du gain de productivité.

Protocole simplifié :

✓ Matériel végétal : 14 arbres d'*Annona squamosa*, issus de semis et âgés de 5 ans (parcelle située à Piton Saint-Leu).

✓ Stratégie de pollinisation utilisée : prélèvement du pollen et pollinisation le même jour (entre 8 et 10h00).

✓ 2 traitements : pollinisation manuelle (500 fleurs pollinisées sur 7 arbres) et pollinisation libre (500 fleurs suivies sur 7 arbres). Passages hebdomadaires durant les mois de décembre 97, janvier et février 98 (7 semaines) ; repérage ou pollinisation de 8 à 10 fleurs par arbre et par semaine.

✓ Notations du taux de nouaison, du nombre de fruits par arbre et relevé du poids des fruits.

❖ *Essai mené en 1999*

Objectifs : confirmation (ou infirmation) des résultats de 1998 et appréciation de la qualité des fruits obtenus par pollinisation manuelle.

Protocole simplifié :

✓ Matériel végétal : 18 arbres d'*Annona squamosa*, issus de semis et âgés de 5 ans (parcelle située à Saint-Pierre).

✓ Stratégie de pollinisation utilisée : prélèvement du pollen et pollinisation le même jour (entre 8 et 10h00).

✓ 3 traitements : 1) 6 arbres en pollinisation libre avec protection phytosanitaire, 2) 6 arbres en pollinisation manuelle avec protection phytosanitaire (pollinisation de toutes les fleurs du jour en phase « femelle », les lundis, mercredis et vendredis durant le pic de floraison) et 3) 6 arbres témoins (pollinisation libre, sans protection phytosanitaire). Les résultats de ce dernier traitement seront analysés dans le chapitre 3.

✓ Pesée et mensuration de tous les fruits, notation des dégâts de ravageurs.

✓ Analyse comparative (poids, mensuration, nombre de graines, pourcentage de partie comestible...) de fruits issus d'une pollinisation manuelle (50 fruits) par rapport à ceux issus d'une pollinisation libre (50 fruits).

- **Résultats obtenus**

Les principes de la pollinisation manuelle opérés dans d'autres pays sur d'autres espèces ont pu être validés à la Réunion sur *Annona squamosa*. La stratégie de pollinisation adoptée (prélèvement du pollen et pollinisation le même jour) s'est avérée viable car l'intensité de floraison, durant la période de l'essai, était élevée. L'appropriation de la technique en elle même s'est avérée aisée. Depuis, l'agriculteur chez qui certains essais ont été pratiqués, l'a généralisée à l'ensemble de sa parcelle. Ci-après les résultats synthétisés obtenus en 1998 et 1999 :

❖ *Efficacité relative de la pollinisation manuelle par rapport à la pollinisation libre*

Année	Taux de nouaison	Gain de poids total (par arbre) [1]	Gain de poids par fruit
1998	+ 92 %	+ 43 %	+ 22 %
1999	-	+ 41 %	+ 19 %

[1] *Ce gain comprend le poids total des fruits récoltés sur les arbres « pollinisation manuelle » = (poids des fruits liés à la pollinisation manuelle + pollinisation libre du même arbre)*

❖ *Détail de la production*

Résultats d'analyse statistique : *Comparaison de deux moyennes par le test « t » de Student (variables indépendantes). Ce test rejette ou non l'hypothèse d'égalité de deux moyennes à un niveau de probabilité inférieur à 0.05.*

Ces résultats comparent la production des arbres « pollinisation manuelle » à ceux « pollinisation libre » un fruit issu d'une pollinisation manuelle par rapport à un fruit issu d'une pollinisation libre.

	1998			*1999*		
Comparaisons	**Manuelle** (écart type)	**Libre** (écart type)	**Proba** [2]	**Manuelle** (écart type)	**Libre** (écart type)	**Proba** [2]
Nombre moyen de fruits par arbre	**51.14** (14.1)	**32.71** (9)	0.0132 effet significatif	**52.00** (16.5)	**34.66** (8.9)	0.0476 effet significatif
Poids moyen des fruits (g)	**204.55** (19.5)	**174.9** (12.7)	0.0057 hautement significatif	**205.06** (21.2)	**166.34** (17.6)	0.0064 hautement significatif
Production moyenne total de l'arbre (kg)	**10.03** (1.7)	**5.70** (1.5)	0.0003 hautement significatif	**8.16** (2.345)	**4.80** (1.1)	0.0101 effet significatif

[2] *Différences significatives marquées à $p < 0.05$*

❖ *Détail de la production au sein de l'arbre « pollinisation manuelle »*

Résultats d'analyse statistique : *Comparaison de deux moyennes par le test « t » de Student (échantillons appariés). Ce test rejette ou non l'hypothèse d'égalité de deux moyennes à un niveau de probabilité inférieur à 0.05.*

Ces résultats comparent la production au sein des arbres « pollinisation manuelle » et notamment la qualité des fruits (poids) obtenus par une pollinisation manuelle par rapport à ceux issus d'une pollinisation libre au sein du même arbre.

	1998		
Comparaisons	**Manuelle** (écart type)	**Libre** (écart type)	**Proba** [2]
Nombre moyen de fruits par arbre	**31.0** (7.18)	**18.71** (10.9)	0.0673 effet non significatif
Poids moyen des fruits (g)	**223.6** (18.07)	**170.35** (17.35)	0.0004 hautement significatif
Production moyenne total de l'arbre (kg)	**6.89** (1.52)	**3.13** (1.73)	0.0010 hautement significatif

[2] *Différences significatives marquées à $p < 0.05$*

❖ *Détail de la production liée à une « pollinisation libre » au sein des arbres « pollinisation manuelle » et « pollinisation libre ».*

Résultats d'analyse statistique : *Comparaison de deux moyennes par le test « t » de Student (variables indépendantes). Ce test rejette ou non l'hypothèse d'égalité de deux moyennes à un niveau de probabilité inférieur à 0.05.*

Ces résultats comparent la production et la qualité des fruits (poids) liées à une « pollinisation libre » au sein de tous les arbres de l'essai en vue de mettre en évidence (ou pas) l'influence de la pollinisation manuelle sur la production naturelle d'un arbre.

	1998		
Comparaisons	**Production naturelle sur arbre « polli. manuelle »** (écart type)	**Production naturelle sur arbre « polli. libre »** (écart type)	**Proba** [2]
Nombre moyen de fruits par arbre	**18.71** (10.90)	**32.71** (9.05)	0.0226 effet significatif
Poids moyen des fruits (g)	**170.35** (17.35)	**174.96** (12.73)	0.5814 effet non significatif
Production moyenne total de l'arbre (kg)	**3.13** (1.73)	**5.70** (1.50)	0.0119 effet significatif

[2] *Différences significatives marquées à $p < 0.05$*

❖ *Qualité des fruits*

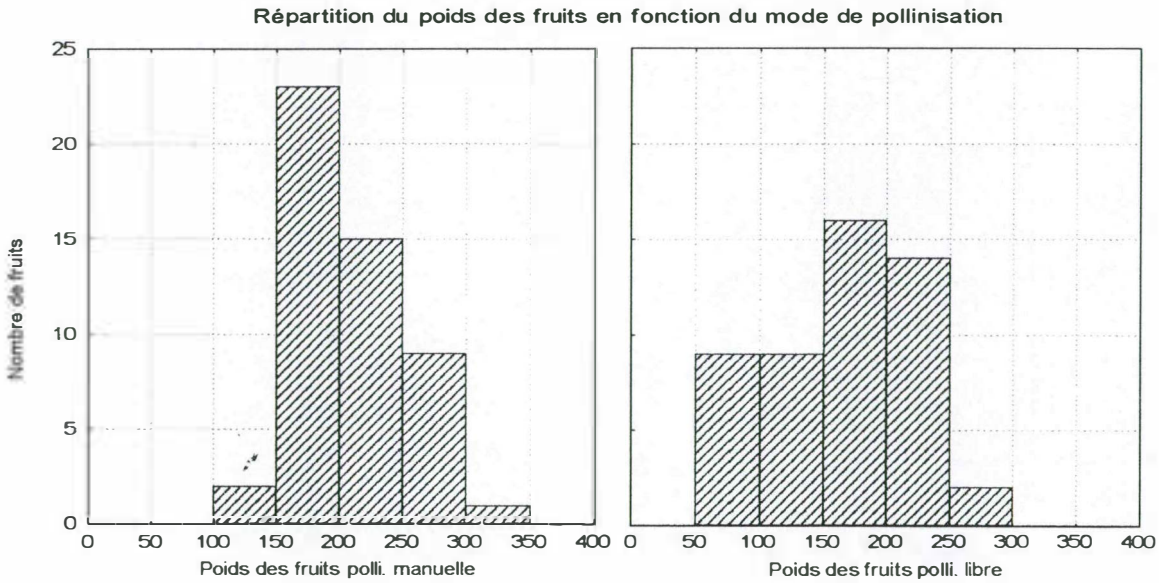
Résultats d'analyse statistique : *Comparaison de deux moyennes par le test « t » de Student (variables indépendantes). Compte tenu des effectifs identiques et du nombre d'observations supérieur à 30, ce test s'avère « robuste ». Ce test rejette ou non l'hypothèse d'égalité de deux moyennes à un niveau de probabilité inférieur à 0.05.*

Ces résultats comparent la qualité d'un fruit issu d'une pollinisation manuelle par rapport à un fruit issu d'une pollinisation libre.

Comparaisons	**Manuelle** (écart type)	**Libre** (écart type)	**Proba** [2]	**Commentaires**
Poids du fruit	**207.60 g** (43.72)	**164.85g** (58.09)	0.00007 hautement significatif	Les fruits issus d'une pollinisation manuelle sont plus lourds :**+ 20.60 %** (efficacité relative)
Conformation du fruit (rapport Ømaxi / Ømini)	**1.065** (0.047)	**1.173** (0.155)	0.00000 hautement significatif	Les fruits issus d'une pollinisation manuelle sont **plus ronds**.
Partie comestible (poids – graines+peau)	**38,4 %** (4.6 %)	**34.5 %** (8.2 %)	0.00495 hautement significatif	Le pourcentage de pulpe est plus important pour un fruit issu d'une pollinisation manuelle. Au total, **le gain de pulpe est de 37.75 %.**
Nombre moyen de graines par fruit	**61.8** (21.4)	**35.5** (23.1)	Les fruits issus d'une pollinisation manuelle ont beaucoup plus de graines, par contre il n'y a aucune corrélation entre le poids du fruit et son nombre de graines.	

Comparaisons	Manuelle (écart type)	Libre (écart type)	Proba [2]	Commentaires
Rapport poids graines / poids du fruit	**0.090** (0.031)	**0.066** (0.025)	0.00009 effet hautement significatif	Le pourcentage du poids des graines est légèrement plus important dans un fruit issu d'une pollinisation manuelle. Les graines sont également plus lourdes (3.4 g contre 2.9 g) ; ceci s'expliquant par la présence d'embryons avortés dans les fruits issus d'une pollinisation libre.
Rapport poids peau / poids du fruit	**0.52** (0.05)	**0.58** (0.09)	0.00027 effet hautement significatif	Le pourcentage du poids de la peau d'un fruit issu d'une pollinisation libre est plus important que celui d'un fruit issu d'une pollinisation manuelle. Il représente cependant dans tous les cas plus de la **moitié du poids du fruit**.

[2] *Différences significatives marquées à $p < 0.05$*



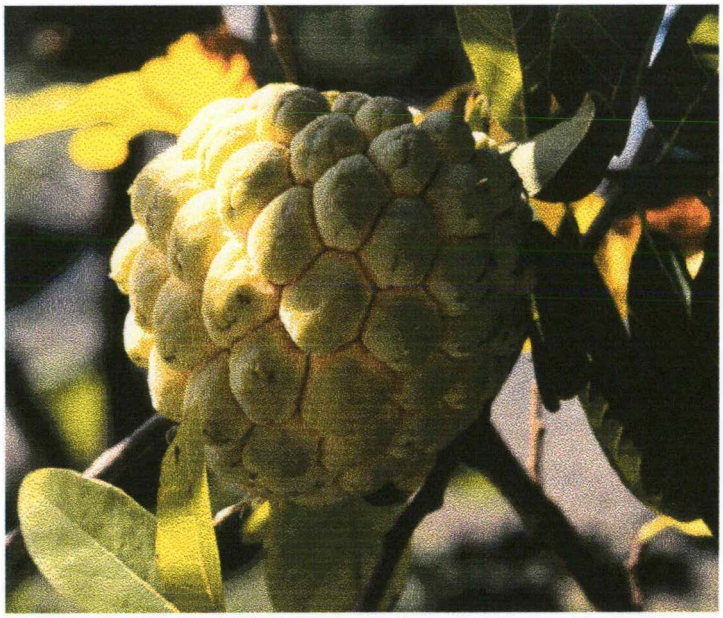
2.3 Discussion et perspectives

La pollinisation manuelle de l'attier améliore notablement les rendements de cette espèce. En effet, les résultats des essais menés en 1998 et 1999 le reflètent, en voici résumés les principaux chiffres :

- ✓ Gain de rendement par arbre de plus de 40 %,
- ✓ gain de poids par fruit de 20 %,
- ✓ fruit mieux conformé (plus rond),
- ✓ poids moyen des fruits de plus de 200 grammes,
- ✓ petits fruits (- de 150 g) très peu nombreux,
- ✓ gain de partie comestible du fruit de 38 %.

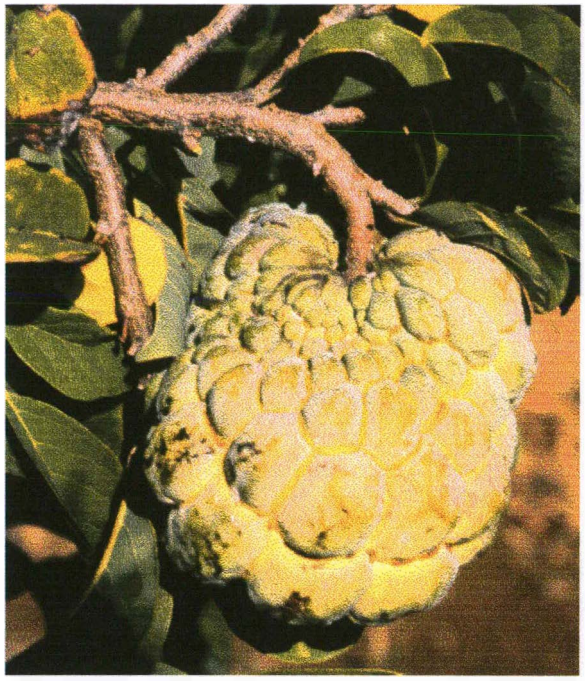
Sur un nombre moyen de 71 fleurs fécondées par arbre, seules 43.5 % de ces dernières ont produit un fruit (alors que le taux de nouaison avoisine 92%, résultat 1998). Ces différences importantes s'expliquent par des attaques de ravageurs (18.5 %) mais aussi et surtout par une autorégulation naturelle de l'arbre. La quantité de fruits (nombre et poids total) produits liée à une pollinisation libre d'un arbre ayant subi en plus la pollinisation manuelle est très nettement inférieure à celle d'un arbre témoin « pollinisation libre ». Il semblerait que l'arbre ait atteint son potentiel maximum de production. Ce qui n'est pas sans poser quelques questions sur la rentabilité effective de cette espèce. En effet, si la pollinisation artificielle améliore notablement la production au sein de l'arbre, dans les conditions actuelles de culture de l'atte à la Réunion (densité de plantation, pression phytosanitaire, faible taux de nouaison naturelle...) sa rentabilité est plus qu'improbable. Ces données sont confortées par l'avis de la profession (Vion, communication personnelle).

Considérant ces résultats, les rendements d'une plantation de 5 ans en pollinisation libre seraient de l'ordre 2 tonnes de fruits à l'hectare contre 4 tonnes en pollinisation manuelle. Ces faibles rendements (quel que soit le mode de pollinisation) démontrent bien que la pollinisation manuelle, même si elle semble avantageuse, n'est plus qu'un élément d'une stratégie globale pour l'amélioration des rendements et de la rentabilité de l'atte à la Réunion. La densité de plantation à l'hectare doit être reconsidérée, actuellement plantée à 416 arbres (issus de semis) à l'hectare (4m x 6m), il serait intéressant d'augmenter cette densité. Le système de « verger piéton », validé sur d'autre espèces fruitières peu vigoureuses, pourrait offrir ces caractéristiques (1000 pieds par hectare ; 2 m x 5m). Cette technique de plantation n'offrira de réelles perspectives qu'à condition d'utiliser du matériel végétal sélectionné et greffé ceci afin d'une part de limiter l'hétérogénéité de la croissance des arbres (due au semis) et d'autre part de faciliter la stratégie de la taille. Le porte-greffe utilisé (*Annona squamosa* de semis), étant naturellement peu vigoureux, permettra d'obtenir des plants dont la mise à fruit sera rapide ; un principe de non-taille favorisera d'autant cette précocité ceci par l'obtention d'un équilibre pousse végétative/fructification rapide. Cette haute densité et conduite en haie fruitière devraient également favoriser un taux d'hygrométrie plus important dans la parcelle ceci contribuera à l'augmentation du taux de nouaison naturel des fruits. Par contre, cette humidité plus importante favorisera également les problèmes cryptogamiques (anthracnose...) lesquels devront être prévenus. Enfin, le qualificatif « piéton » (arbre à hauteur d'homme) de ce système contribuera à réaliser sereinement et efficacement les opérations culturales indispensables à l'amélioration des rendements de l'atte à la Réunion ; entre autres : la pollinisation manuelle et la protection phytosanitaire de la récolte qui fait l'objet de la deuxième partie de ce document.



CIRAD

Fruit parfaitement conformé
Issu d'une pollinisation manuelle

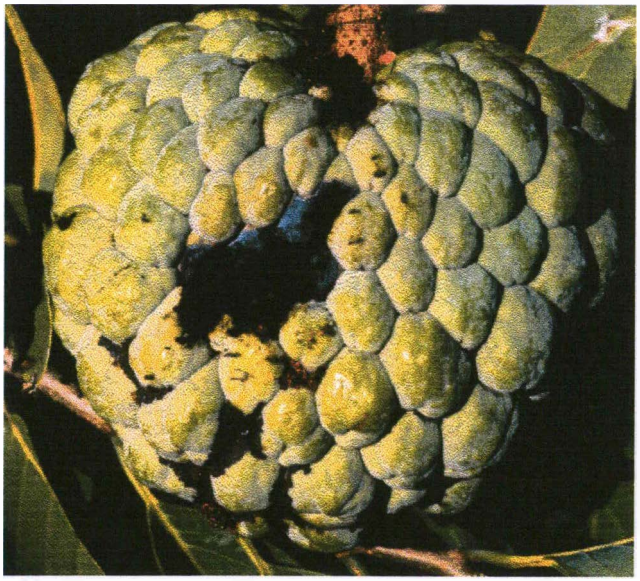


CIRAD

Déformation du fruit consécutive à une mauvaise pollinisation

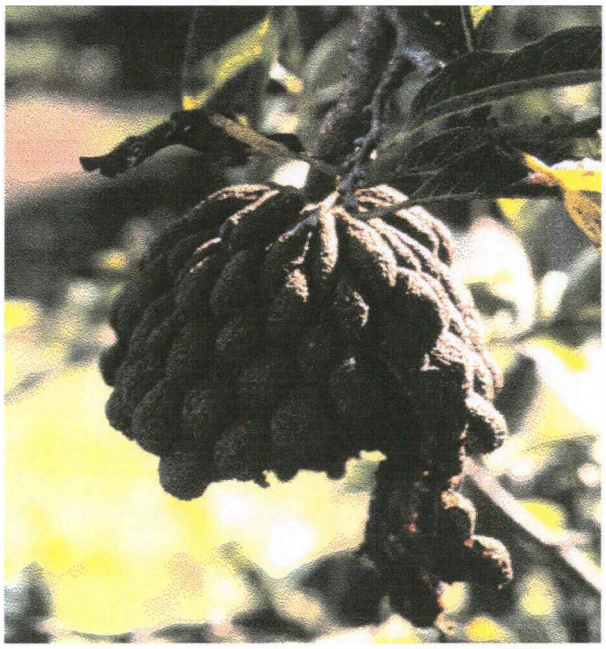
FDGDEC

Chenille de pyrale des annones



CIRAD

Dégâts de pyrale des annones



CIRAD

Dégâts d'oiseau

Amélioration des rendements par la protection phytosanitaire

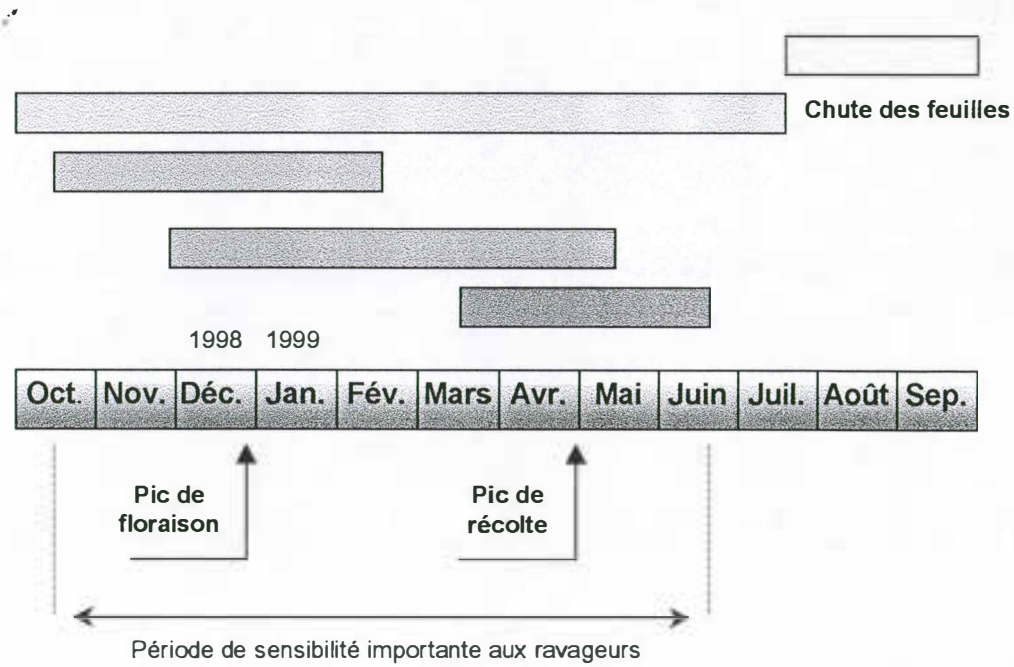
3. Amélioration des rendements par la protection phytosanitaire

Cette partie de ce document présente les principaux résultats de plusieurs études menées sur la protection phytosanitaire de l'attier (*Annona squamosa*) au cours du cycle de culture 1998/1999. Les observations et essais réalisés ont pour objectifs d'une part d'identifier les principaux ennemis de cette culture (importance, période de dégât par rapport au cycle phénologique...) et d'autre part d'apporter des éléments en terme de lutte contre ces ennemis (choix des produits de traitement, stratégie de lutte...).

3.1 Cycle phénologique d'*Annona squamosa* et répercussions

Dans la perspective de mettre en place une stratégie globale de lutte contre les ennemis de l'atte à la Réunion, la connaissance du cycle phénologique de cette espèce est primordiale ceci afin de rechercher des corrélations entre les stades de développement végétatifs sensibles aux dégâts de ravageurs ou de maladies. Cette étude préalable a été réalisée sur un verger d'attier situé à Saint-Leu (altitude de 240 m) ; la plantation, âgée de 5 ans, est irriguée. L'ensemble des arbres (100) a été observé d'octobre 1998 à octobre 1999 ; relevés bimensuels des différents stades végétatifs de la plante.

Cycle phénologique d'*Annona squamosa* (Saint-Leu 1998/1999)



Ce cycle phénologique semble être validé par le suivi d'arbres isolés et naturalisés sur d'autres communes (Saint-Pierre et Saint-Paul), de légers décalages sont cependant observés mais ceux ci semblent plutôt liés aux conditions de culture sèche (influence directe sur la vigueur) de

ces arbres (chute des feuilles plus marquée et maturité des fruits plus tardive). Le principal résultat, en fonction des objectifs fixés de ce suivi phénologique, est l'étalement important du développement des organes reproducteurs (8 mois entre les premières fleurs et le dernier fruit). Bien que réalisé sur un seul cycle de production et à un endroit donné, ce suivi a permis de cibler la période pendant laquelle l'attier est particulièrement sensible aux ravageurs et maladies. Le complexe parasitaire et la stratégie de lutte qui suivent ont donc été calés sur la base de ce cycle phénologique.

3.2 Etude du complexe parasitaire de l'attier

En Amérique centrale et aux Caraïbes plusieurs ravageurs attaquent les Annones et principalement les fruits. Il s'agit d'un complexe d'espèces de guêpes Bephratelloïdes (Hyménoptères, *Eurytomidae.*) et d'un Lépidoptère, *Cerconota anonella* (*Oecophoridae.*).
En Australie, plusieurs ennemis sont référencés sur Annones ; les principaux sont des cochenilles, notamment *Planococcus citri* (Pseudococcidae), un papillon (*Conogethes (Dichocrocis) punctiferalis*) et une mouche des fruits (*Batrocera tryoni*). Plusieurs maladies sont également référencées comme le chancre noir (*Phomopsis annonacearum*) et l'anthracnose (*Colletotrichum gloeosporiodes* var. *Minor.*). A la Réunion, plusieurs ravageurs ont été identifiés sur Annones, principalement sur fruit. Il s'agit d'une pyrale (*Spatulipalpia pectinatella*), d'une mouche des fruits (*Ceratitis rosa*), d'hémiptères comme les cochenilles farineuses (*Planococcus citri* R et *Icerya seychellarum* W) et de pucerons (*Toxoptera aurantii, Aphis spiraecola*).

❖ *Essai mené en 1999*

Objectifs : L'étude du complexe parasitaire a pour principaux objectifs d'une part de confirmer et/ou de compléter les précédentes identifications des ennemis de l'attier présents à la Réunion et d'autre part de déterminer pour chaque ennemi, les époques d'apparitions, les organes attaqués et leurs importances pour permettre la mise en place d'une stratégie de lutte.

Protocole simplifié :

- ✓ Période et lieu du suivi : d'octobre 1998 à octobre 1999, sur plusieurs parcelles des communes de la Possession à St Joseph (arbres cultivés et sauvages).
- ✓ Prélèvements d'organes attaquées (fleurs, feuilles, pousses, fruits..) à différentes époques. A partir de ces échantillons les ravageurs et maladies ont été isolés et déterminés par l'unité de diagnostics de la FDGDEC, l'insectarium du Port et le CIRAD en fonction des ennemis rencontrés et des compétences de chaque organisme.
- ✓ Parallèlement à ce suivi, une évaluation des dégâts imputables aux différents ravageurs a été réalisée sur une parcelle de six arbres sur station (CIRAD Bassin-Plat).

Les arbres étaient conduits sans traitement phytosanitaire en pollinisation libre. Le nombre de fruits sains et attaqués pour chaque ravageur ou maladie a été noté au fur et à mesure de la récolte.

- **Résultats obtenus**

Les résultats sont présentés dans les tableaux et figures suivantes :

Tableau 1 : Liste des ravageurs et maladies rencontrés sur *Annona squamosa* en 98/99.

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Organes attaqués/stade	Fréquence *	Importance *
Pseudococcidae	*Planococcus citri* R.	Cochenille	Tige (jeune pousse) Fruit (début maturité)	2	2
Ortheziidae	*Icerya seychellarum* W	Cochenille farineuse	Tige jeune et vieille pousse) fruit (début du grossissement)	3	2
Diaspididae	*Pseudaonidia sp*	Cochenille bouclier	Tige (jeune pousse) Fruit (début maturité)	1	1
Aphididae	*Toxoptera sp*	Puceron noir	Tige (jeune pousse).	1	1
Tephritidae	*Ceratitis rosa* K.	Mouche du Natal	Fruit (mature)	1	1
Pyralidae	*Spatulipalpia pectinatella*	Pyrale	Fleur Fruit (nouaison-maturité).	3	2
Pyralidae	*Nephopterix beharella* V	Pyrale	Tige (rameau à bois) Fleur Fruit (nouaison-maturité).	3	3
Pycnonotidae	*Pycnonotus jocosus* B	Merle de Maurice/Bulbul orphée	Fruit (mature)	3	1 à 2
Mélanconiacées	*Colletotrichum gloeosporiodes*	Anthracnose	Fruit (nouaison – grossissement)	3	3

** 1 = Faible - 2 = moyen - 3 = Fort.*

Tableau 2 : Pourcentage des fruits attaqués à la récolte par ennemis (Estimation de la perte brute/ha en F).

Ennemis	Pourcentage de fruits attaqués à la récolte	Coût de la perte brute/ha en F*
Pyrales	4,2%	1940,40 F
Pyrales + Anthracnose	14,1 %	6514,20 F
Anthracnose	11%	5082 F
Hémiptère (puceron + cochenille)	1,5 %	693 F
Merle de Maurice	24,7%	11411,40 F
Total	**55,5 %**	**25 641 F**

**Estimation de la perte brute par ennemis sur la base des critères suivants :*
Prix moyen du Kilogramme de Atte = 20 FF
Poids moyen d'un fruit pollinisation naturelle = 165 g.
Nombre moyen de fruit par arbre, pollinisation libre = 35
Densité moyenne d'arbre par hectare en culture traditionnelle = 400

Dans les conditions de ce suivi, huit ravageurs et une maladie ont été observés au cours de ce cycle de culture 1998/99. Hormis la deuxième espèce de pyrale (*Nephopterix beharella V*) qui ne figure dans aucun document de vulgarisation, tous ces ennemis ont déjà été identifiés sur cette culture à la Réunion.

❖ *Les cochenilles*

Les cochenilles sont présentes pendant toute la phase végétative de l'arbre. Elles se trouvent principalement sur les jeunes pousses. En fonction, de l'époque, de la nature de l'infestation et de l'espèce on les trouve également sur les fruits, du grossissement à la maturité. Elles peuvent dans certains cas faire dépérir les jeunes fruits mais l'incidence de ce ravageur reste secondaire. Le préjudice pondérable est faible, le préjudice qualitatif (direct et indirect, fumagine) est plus important. Dans les conditions de nos observations sur la parcelle du CIRAD à Bassin Plat, 1,5 % des fruits récoltés ont présenté des attaques de cochenilles. De plus, ces ravageurs semblent disparaître lorsqu'une protection est menée pour lutter contre les pyrales. En matière de lutte directe, il existe peu de référence pour cette culture. Toutefois ces espèces sont assez courantes et polyphages. Les produits employés pour lutter contre ces dernières sur d'autres cultures (agrumes et manguier) sont probablement efficaces (Méthidathion, Chlorpyrifos - éthyl, Huile de pétrole). L'absence d'homologation pour cet usage rend par contre l'utilisation de ces produits sous l'entière responsabilité de l'applicateur. En Australie, une lutte raisonnée est prescrite avec un seuil d'intervention (Sanewski, 1991). Le déclenchement des traitements avec des produits « anti-cochenilles », est réalisé lorsque ¼ des fruits préalablement piquetés (200) présente des attaques de cochenilles.

❖ *Les pucerons*

Les pucerons sont également présents pendant toute la phase végétative, avec une nette augmentation des populations pendant les périodes de pousses et de floraison. L'incidence de ce ravageur est cependant faible. Dans le cas de forte infestation, une ou plusieurs applications avec des produits de contact « anti-pucerons » (pyréthrinoïdes) seront sûrement efficaces. Là aussi, ces ravageurs disparaissent lorsqu'une lutte contre les Pyrales est effectuée.

❖ *La mouche des fruits*

Les dégâts occasionnés par la mouche du Natal n'ont été observés, lors de ce suivi, que sur des fruits mûrs. De plus, le nombre de mouches sortant d'un fruit piqué est peu élevé (1 à 2 mouches) ; les drosophiles sont par contre nombreuses sur des fruits de maturité avancée. L'incidence de cette mouche semble donc faible d'autant plus qu'une récolte précoce des fruits permet de s'en affranchir. Dans le cas ou cela serait nécessaire, une lutte raisonnée à l'aide de traitement par tâche peut être envisageable (comme celle utilisée sur agrumes).

❖ *Les pyrales*

Les chenilles de pyrales s'attaquent aux fleurs et aux fruits à tous les stades de développement (de la nouaison à la maturité). Des dégâts de chenilles sont aussi observables sur les jeunes pousses et charpentières. Enfin, ces pyrales sont présentes dans les fruits momifiés sur l'arbre et/ou tombés au sol ; elles sont donc présentes pendant tout le cycle végétatif de la culture. L'évolution des dégâts varie dans le temps en fonction de l'organe et du stade de ce dernier. Les préjudices peuvent être destructifs et/ou qualitatifs. Les attaques sur fleurs et jeune fruits sont destructives, celles sur fruits dépassant un diamètre de cinq centimètre sont qualitatives et celles sur des fruits mûrs sont destructives. Dans les conditions de nos observations, les pyrales sont les principaux ravageurs de l'attier. Ainsi, sur la parcelle de Bassin-Plat 18 % des fruits récoltés sont attaquées par les chenilles. Les dégâts peuvent être encore plus importants en fonction du lieu et de l'époque. Une observation faite dans une parcelle au stade fin récolte se trouvant sur la commune de Saint-Leu (lieu de naturalisation d'*Annona squamosa*) a montré que plus de 70 % des fruits étaient attaqués. Dans ces conditions, l'incidence économique de ces pyrales est très importante.

L'espèce la plus fréquemment rencontrée a été, lors du suivi, *Nephopterix beharella :* 80 % (espèce déterminée par le Natural History Museum, London par l'intermédiaire du CIRAD) contre 20 % de l'espèce jusqu'ici la plus souvent citée (Le Bellec & Renard 1997) comme la principale chenille destructrice des fruits des annones à la Réunion (*Spatulipalpia pectinatella*). Les chenilles de ces deux espèces sont noires et ont, à priori, un comportement biologique proche (même régime alimentaire, même distribution allant de la Possession à Saint-Joseph...). Ces caractéristiques, couplées au manque d'études sur les annones à la Réunion, expliquent probablement la confusion entre les deux espèces. Ces deux papillons sont à priori indigènes aux Mascareignes.

En terme de lutte, il n'existe pas d'informations techniques précises pour contrôler ces deux espèces. Cependant, aux Caraïbes, un autre lépidoptère (*Cerconota annonella*) occasionnant les mêmes types de dégâts sur fruits et sur fleurs sur plusieurs espèces d'annones fait l'objet d'une lutte. Celle-ci doit être effectuée avant la pénétration de la chenille à l'intérieur du fruit. Une fois la chenille à l'intérieur, il semble impossible de l'atteindre. Plusieurs stratégies sont déployées : ramassage et destruction des fruits attaqués ; couverture totale chimique pendant toute la période sensible (traitements mensuels à base de Trichlorfon ou de Chlorpyrifos-éthyl) ; ensachage des fruits avant les attaques de la chenille (Bustillo & Pena 1992).

En Australie, les dégâts occasionnés par *Conogethes punctiferalis* sont sensiblement identiques. La lutte est également dirigée contre la chenille avant sa pénétration dans le fruit. Elle consiste au seuil de 5 % des fruits attaqués à pulvériser un insecticide polyvalent comme l'Endosulfan à des cadences plus ou moins rapprochées (Sanewski 1991).

❖ *Les oiseaux*

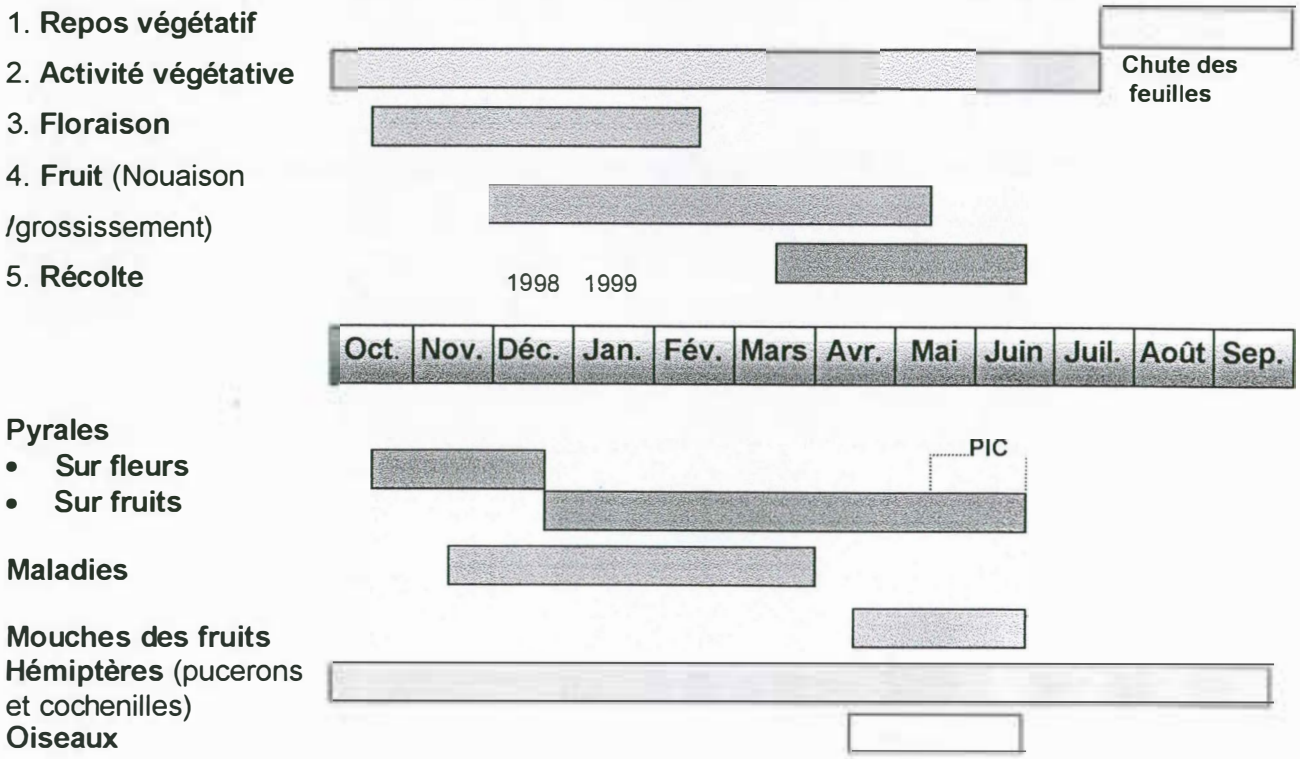
Les dégâts d'oiseaux et principalement du Merle de Maurice apparaissent à la récolte sur les fruits mûrs et tardivement récoltés. Nos observations sur Bassin-Plat montrent que 25 % des fruits sont attaqués par cet oiseau. Si ces dégâts occasionnés par cet oiseau sont importants, ce taux, compte tenu de notre dispositif (faible répétition), est probablement surévalué. Néanmoins, en terme de lutte une récolte précoce comme pour la mouche des fruits devrait résoudre le problème.

❖ *Les maladies*

Les maladies présentes sur *Annona squamosa* à la Réunion sont mal connues. Au cours de nos relevés, une seule maladie après isolement a été déterminée sur fruit. Il s'agit de l'anthracnose (*Colletotrichum gloeosporiodes*). Son incidence économique est importante sur la parcelle de Bassin-Pat, 11 % des fruits ont présenté des symptômes d'anthracnose et 14 % des symptômes de maladie couplés à une attaque de pyrale. On peut supposer l'existence d'une corrélation entre les attaques de chenilles et l'anthracnose.

La maladie est apparue sur tous les stades de fruits, mais principalement sur les jeunes stades. En fonction de la pression parasitaire, les symptômes sur le fruit sont différents. Les fruits attaqués présentent des nécroses sèches partielles ou entières. Cette maladie, présente sur de nombreuses cultures fruitières de la Réunion, peut être contrôlée en pulvérisant des fongicides à base de cuivre et des carbamates (DITHANE, BENLATE...).

Cycle phénologique d'*Annona squamosa* et périodes à risque phytosanitaire



3.3 Les pyrales des Annonacées

Le suivi du complexe parasitaire a permis de déterminer l'incidence économique des différents ravageurs d'Annona squamosa. Si les pyrales des Annonacées ne sont pas les seuls responsables, elles sont de loin les plus préjudiciables et notamment l'une d'entre elles, *Nephopterix beharella.* Actuellement, aucune méthode de lutte n'est préconisée. Les expérimentations détaillées ci-dessous permettent d'approcher la biologie (durée du cycle, lieu de ponte, nombre de générations, etc.) des deux espèces de pyrales rencontrées communément sur *Annona squamosa*, de préciser les dégâts et d'envisager des méthodes de lutte, tant biologique que chimique, contre ces ravageurs.

- **Biologie et description**

Objectifs : Cette étude a été menée afin de préciser le cycle biologique et de différencier morphologiquement les deux espèces de chenilles : *Nephopterix beharella* et *Spatulipalpia pectinatella.*

Protocole simplifié :

✓ Période et lieu du suivi : L'étude est effectuée à St Paul dans les salles d'élevage de la délégation Ouest de la FDGDEC, du 03/06/1999 au 09/07/1999.

✓ Le dispositif expérimental comprend un lot de 15 chenilles de pyrales extraites de fruits récoltés à St Leu. Après description, les chenilles sont réparties dans des boites individuelles (4,5 x 6cm) et nourries avec des morceaux de fruits. Les boites sont ensuite placées dans une salle d'élevage à une température constante de 28°C et une hygrométrie de 70 %. Les relevés journaliers précisent les dates d'apparition des différents stades, la date de sortie des adultes et l'espèce de papillon rencontrée.

Résultats :

Identification des espèces présentes

Espèces	Nombre de papillons sortis
Nephopterix beharella	15
Spatulipalpia pectinatella	0

Dans les conditions de cette étude, tous les papillons sortis étaient de l'espèce *Nephopterix beharella*. La durée moyenne de la nymphose à 28°C avec une hygrométrie de 70% est de 15 jours (entre 10 et 17 jours).

D'autres études devront êtres mis en place pour déterminer le nombre et la durée des autres stades (L1, L2...) afin de réaliser un cycle biologique complet pour cette espèce.
Par ailleurs, ce suivi a permis de décrire de façon précise les caractéristiques morphologiques de *Nephopterix beharella* :

Nephopterix beharella :
La chenille est noire, glabre avec une plaque chitineuse sur le premier segment se trouvant derrière la tête. Elle sécrète des fils de soie. La chrysalide se trouve dans un cocon laineux très épais, difficile à déchirer et à extraire des fruits momifiés. Le papillon est de couleur marron sable d'une longueur d'environ 1 cm, les antennes sont longues mais peu épaisses. Les ailes antérieures présentent sur le bord d'attaque une bande blanche longitudinale caractéristique. Il est facilement reconnaissable par rapport à Spatulipalpia pectinatella. En effet, le papillon de cette espèce à des antennes qui sont très épaisses. Il présente des palpes labiaux de tailles importantes. Lorsque ces derniers sont repliés sur la tête de l'insecte, ils font penser à une crête de coq.

- **Les dégâts de pyrale**

S'il est possible mais difficile de différencier la chenille de *S. pectinatella* d'une chenille de *N. beharella,* il est pratiquement impossible d'apprécier d'éventuelles différences quant aux dégâts occasionnés par ces chenilles. Par conséquent, voici les différents types de dégâts imputables à ces pyrales.

❖ ***Sur fleurs*** : observation ou non d'une perforation sur le côté des pétales. Les fleurs attaquées ne s'ouvrent pas. Elles sont maintenues soudés par les fils de soie sécrétés par la chenille. Les fleurs ainsi attaquées finissent par noircir. Elles peuvent tomber ou non de l'arbre.

❖ ***Sur fruits*** : les dégâts varient en fonction de la maturité de ce dernier. En effet, il semble exister une corrélation entre le stade du fruit et le degré d'attaque. Sur les jeunes fruits, (début nouaison jusqu'au stade 4-5 cm) les chenilles pénètrent dans le fruit le plus souvent au niveau du pédoncule et elles le consomment par l'intérieur. On peut apercevoir par le trou de pénétration les excréments expulsés par la chenille. Ces fruits noircissent et durcissent. Ils peuvent rester sur l'arbre ou tomber au sol. Ce type de dégâts peut être confondu avec ceux d'une attaque fongique dûe à l'anthracnose (*Colletotrichum sp.*). Par ailleurs, il semble également exister une corrélation entre les attaques des chenilles et l'apparition des symptômes de l'anthracnose.

Sur les fruits plus avancés, les dégâts de chenilles sont le plus souvent superficiels et se situent entre les écailles du fruit. Dès le mûrissement des fruits, les attaques redeviennent profondes avec la présence des excréments expulsés par les chenilles. A ce stade le nombre de chenilles présentes à l'intérieur d'un fruit peu dépasser 15 individus.

Considérant ces dégâts plusieurs moyens de lutte contre ces pyrales peuvent être envisagés, différents essais ont ainsi été réalisés afin de mettre en œuvre une stratégie de lutte raisonnée.

- **Lutte mécanique contre les pyrales**

Objectifs et protocole simplifié : Ce test de protection mécanique des fruits contre les pyrales a pour objectif de connaître l'efficacité de sachets en tulle pour protéger les fruits des attaques des chenilles. L'étude a été réalisée sur un arbre isolé (situé à St-Leu) ; les fruits pris au hasard (20 ensachés et 20 témoins) ont été suivis dès la nouaison. Les fruits sont ensachés dans ces housses en tulle (20 cm x 30 cm) attachées au pédoncule du fruit par un lien armé. Des notations périodiques sont effectuées pour connaître l'état sanitaire des fruits.

Résultats et commentaires : Le suivi de l'arbre n'a malheureusement pas pu être réalisé de façon rigoureuse. Il est par conséquent difficile d'être catégorique sur l'efficacité de ces housses comme moyen de protection contre les chenilles. Ce test a cependant permis d'apporter quelques informations contribuant à limiter l'utilisation de cette technique. Le coût des housses est élevé (1,20 F pièce) soit un coût par hectare de 17 000 F (hors main d'œuvre) pour une protection totale des fruits. De plus, la mise en place des sachets est assez fastidieuse et nécessite deux passages car lorsque le fruit grossit, l'attache étrangle le pédoncule (le lien doit ainsi être desserré et repositionné). Enfin, ces housses favorisent des conditions propices au développement de cochenilles (*Planococcus citri*) sur fruits ; le traitement de ces dernières fait perdre tout l'intérêt de cette protection mécanique.

- **Lutte chimique contre les pyrales**

Plusieurs essais de lutte chimique ont été mis en place pendant le cycle de culture 1998/99. Ces derniers avaient pour objectif de connaître les produits efficaces contre les pyrales, directement préconisables aux producteurs. Ces expérimentations ont été réalisées aux champs et en conditions contrôlées. Le suivi d'une parcelle protégée classiquement selon la méthode du producteur a également été effectué afin de connaître l'efficacité de cette stratégie.

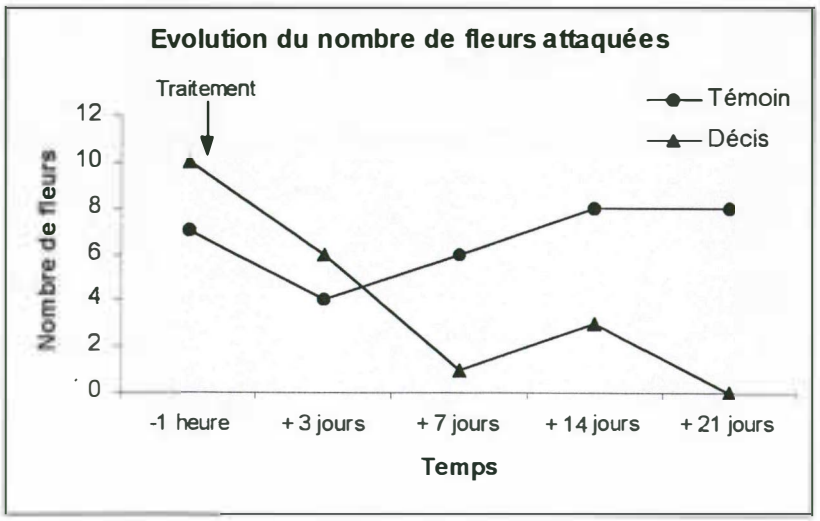
❖ *Essais menés aux champs*

Objectifs : Trois expérimentations ont été réalisées sur les communes de St Pierre et St Leu pour connaître sur fleurs et fruits l'efficacité et la persistance d'action des insecticides DECIS (m.a. Deltaméthrine), LEBAYCID (m.a. Fenthion) et ANTHIO-FORT (m.a. Formothion) contre les chenilles des pyrales.

Protocole simplifié : Les essais ont été réalisés à différentes époques sur des fleurs, des fruits en pleine croissance et sur des fruits au stade récolte. En l'absence de références méthodologiques, plusieurs dispositifs expérimentaux ont été mis en place (dispositif sans répétition avec parcelle témoin et dispositif en bloc randomisés, à trois répétitions avec témoins inclus). Les produits testés ont été appliqués qu'une seule fois sur la base d'un volume de bouillie de 1000l/ha ; aux doses homologuées pour l'usage « carpocapse des pommes ». En fonction des expérimentations les notations hebdomadaires ont porté sur le nombre de chenilles vivantes et sur le nombre de fleurs ou fruits sains avant et après le traitement sur une période n'excédant pas un mois.

Résultats et discussion : Les essais et dispositifs mis en place n'ont pas permis de montrer de façon catégorique l'efficacité des produits testés contre les pyrales. Seul le DECIS testé sur fleurs semble avoir eu un effet non négligeable : efficacité cumulé relative en terme de fleurs attaquées de 62% 21 jours après le traitement (voir graphique1).

Graphique 1 : Résultats bruts de l'essai sur fleur effectué sur la commune de St Leu.



Le LEBAYCID et L'ANTHIO-FORT ne sont pas efficaces dans les conditions de nos essais contre les chenilles de pyrales.

Ces essais ont permis cependant de confirmer certaines hypothèses :

- ✓ La lutte ne peut être effectuée que sur les adultes et sur les jeunes stades larvaires, avant leur pénétration dans le fruit (au cours de tous les essais des chenilles vivantes sont observées dans les fruits après le traitement).
- ✓ Les observations dans les parcelles témoins montrent qu'avant la récolte l'évolution des dégâts et des populations de chenilles est lente (voir graphique page précédente). Ce qui laisse présager un cycle des ravageurs assez long avec un faible chevauchement des populations.

En terme de protocoles expérimentaux, Le dispositif de randomisation totale semble être le plus approprié. Il est toutefois nécessaire, au vu de l'évolution des dégâts, des populations du ravageur et du cycle végétatif de l'arbre, de prévoir des parcelles expérimentales suffisamment grandes permettant d'avoir un échantillonnage de fruits ou de fleurs conséquent et de réaliser le suivi sur une période suffisamment longue (plus d'un mois).

❖ *Essais menés en conditions contrôlées*

Objectifs : Parallèlement aux essais champs qui ne permettent pas de tester un nombre important de spécialités commerciales pour des raisons de dispositifs expérimentaux, plusieurs tests en conditions contrôlées sont réalisés sur des chenilles de *Nephopterix beharella*. Ils ont pour objectif de connaître l'efficacité par contact et par ingestion de plusieurs insecticides. Ces résultats, nous permettront de sélectionner les insecticides les plus intéressants techniquement et économiquement.

Protocole simplifié : Les tests ont été réalisés à la Délégation Sud de la FDGDEC-REUNION du Tampon. Le dispositif expérimental comprend un lot de 15 chenilles témoin et un lot de 15 chenilles traitées pour chaque spécialité commerciale testée. Après prélèvement dans des fruits provenant des communes de St Leu et de St Pierre, les larves sont identifiées, homogénéisées (dernier stade larvaire), réparties dans des boites d'élevages individuelles (4,5 x 6 cm) et nourries avec des morceaux de fruits. Pour les tests recherchant l'efficacité des spécialités commerciales par contact, les chenilles ont été trempées individuellement pendant 30 secondes dans 4 ml d'une solution insecticide préalablement dosée puis mises en boite d'élevage. Pour les tests recherchant l'efficacité des spécialités commerciales par ingestion, les morceaux de fruits ont été trempés pendant 30 secondes individuellement dans 4 ml d'une solution insecticide préalablement dosée puis mis à la disposition des chenilles. Les notations ont porté sur la mortalité des chenilles après traitement (comptabilisation pour chaque modalité à + 3 jours, + 7 jours et + 15 jours).

Résultats et discussion : Les principaux résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau de synthèse des résultats (1999) contre les pyrales des Annones en conditions contrôlées

Produits Commerciaux	Dose/ha : 1000 l bouillie	Caractéristiques des produits			Action testée	Efficacité par contact en conditions controlées				Usage homologué	Prix/ha
		matière active	famille chimique	DEAR		+			-		
ANTHIO-FORT	1,5l	338g/l Formothion	organo-phosphorés	?	contact					carpocapse	285 F
BACTOSPEINE	600g	16000U/mg de Bacille de Thuringe sero3	insecticide biologique	-	contact					noctuelle	215 F
					ingestion						
DECIS	0,3 l	25 g/l de Deltaméthrine	Pyréthrinoïdes	7-14j	contact					carpocapse	77 F
DEDEVAP	4 l	500g/l de Dichlorvos	organo-phosphorés	5 j	contact					sésie	540 F
DIPTEREX 80	1,25 kg	80% de Trichlorfon	organo-phosphorés	10 à 15 j	contact					mouche des fruits	188 F
DURSBEL	2,2 l	228 g/l de Chlor-pyriphos éthyl	organo-phosphorés	30 j	contact					cochenille	308 F
ENDOR	1,75 l	350 g/l de endosulfan	orgnao-chlorés	?	contact					puceron	133 F
					ingestion						
INSEGAR	300g	25% de Fénoxycarbe	Carbamate	?	contact					carpocapse	314 F
					ingestion						
LANNATE	3,75 l	200 g/l de Méthomyl	Carbamate	7 j	contact					carpocapse	488 F
LEBAYCID L	1 l	550 g/l de Fenthion	organo-phosphorés	15 j	contact					carpocapse	210 F
					ingestion						
MALYPHOS 50	1,5 l	500 g/l de Malathion	organo-phosphorés	7 j	contact					carpocapse	113 F
MOSPILAN 200	60 g	200g/kg de Acetamiprid	?	?	contact					?	?
TALSTAR	0,38 l	100 g/l de Bifenthrine	Pyréthrinoïdes	17 j	contact					carpocapse	281 F
TAMARON	1,25 l	400 g/l de Méthamidophos	organo-phosphorés	21 j	contact					puceron	288 F
					ingestion						
ZOLONE L	1,75 l	350 g/l de Phosalone	organo-phosphorés	15 j	contact					carpocapse	313 F

Efficacité > 90% — Efficacité > 70%

Efficacité > 80% — Efficacité < 70 %

L'efficacité par contact de quinze spécialités commerciales a ainsi été testée ainsi que l'efficacité par ingestion de cinq spécialités commerciales. Dans les conditions de cette étude, un grand nombre d'insecticides polyvalents, couramment utilisés se sont montrés inefficaces.
Ces résultats corroborent des observations aux champs notamment par rapport à l'efficacité par contact du DECIS et l'inefficacité du LEBAYCID et de L'ANTHIO-FORT. La BACTOSPEINE présente également une efficacité intéressante, proche des 70%.
Bien que ces résultats demandent à être confirmés aux champs, ils permettent d'ores et déjà d'éliminer certains produits peu efficaces en conditions contrôlées contre les chenilles de *Nephopterix beharella*. En matière de développement le DECIS et la BACTOSPEINE peuvent d'ores et déjà être préconisés auprès des producteurs. Ils sont tous deux homologués sur cette culture en traitement généraux aux doses testées.

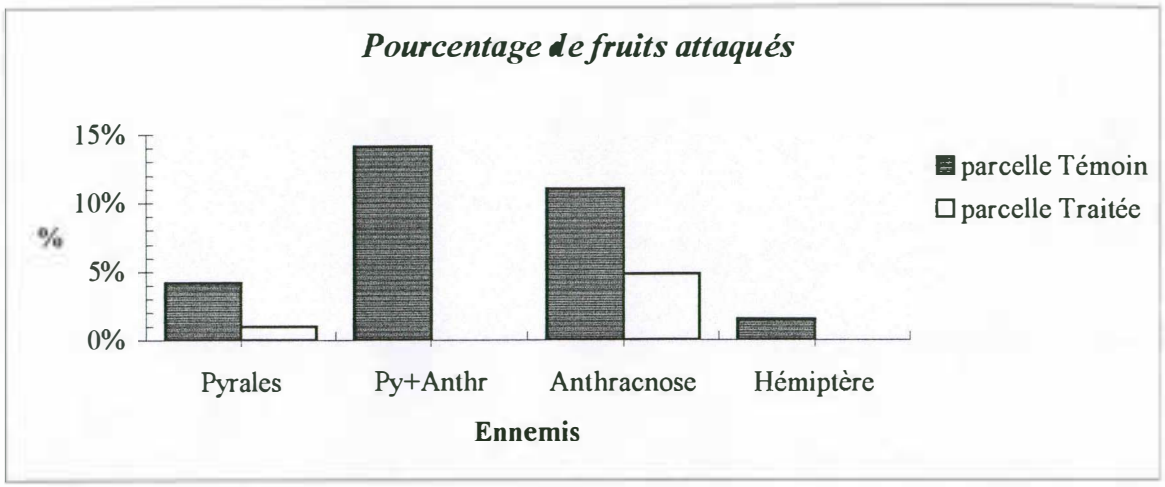
❖ *Efficacité de la stratégie de lutte actuelle*

Objectif : Une étude sur l'efficacité de la protection phytosanitaire (couverture totale) classiquement pratiquée par les producteurs a été effectuée sur le cycle de culture 1998/99 afin d'en valider ou non l'efficacité.

Protocole simplifié : Cette étude a été réalisée sur la parcelle du CIRAD-FHLOR à Bassin-plat. Le dispositif comprend deux parcelles de six arbres. Une parcelle est conduite naturellement sans traitement phytosanitaire. L'autre parcelle est traitée sur la base d'une stratégie de couverture totale avec une cadence de traitement avoisinant les trente jours (dans la réalité cette cadence est parfois 2 à 3 fois plus fréquente). Au moment de la récolte pour chaque parcelle, l'ensemble des fruits est ramassé et comptabilisé. Il est noté le nombre de fruit sain et attaqué par chaque ennemi rencontré.

Résultats et discussion : Sur l'ensemble du cycle de culture 1998/99, six traitements ont été réalisés (entre la période de décembre 1998 et avril 99 ; début grossissement des fruits à la récolte). Les insecticides employés appartiennent à trois familles chimiques différentes, les Pyréthrinoïdes, les Organo-chlorés et les Carbamates. Le coût de cette protection en terme de produit uniquement s'élève à 3000,00F /ha.

Le graphique ci dessous compare en pourcentage les dégâts observés sur les fruits dans les deux parcelles du dispositif.



Le nombre de fruits observés entre les deux parcelles étant trop hétérogène n'a pas permis d'interprétation statistique suffisamment pertinente. Cependant plusieurs observations peuvent être notées :

- ✓ Les traitements effectués ont une incidence sur le nombre de fruits attaqués par les différents ennemis.
- ✓ Une nette diminution des attaques d'anthracnose dans la parcelle traitée est notée et ceci sans traitement anti-fongique particulier. Ces résultats nous laisse supposer, que dans les conditions de ce suivi, il existe bien une relation entre les attaques de pyrales et l'apparition des symptômes de l'anthracnose.

Cette stratégie présente une efficacité non négligeable. Elle permet de réduire les attaques sur fruits. Néanmoins, cette étude demande à être reconduite dans différents sites avec un dispositif plus rigoureux pour permettre une comparaison quantitative des gains de rendements.

❖ *Lutte biologique contre les Pyrales*

Recherche et identification des auxiliaires : ce suivi a été réalisé pour apprécier l'existence ou non d'auxiliaires indigènes attaquant les pyrales ravageurs des annones. Il a pour objectif d'identifier les différents insectes entomophages et champignons entomopathogènes des pyrales présents localement.

Protocole simplifié : Ce suivi a été réalisé sur la base d'observations et de prélèvements de chenilles et de papillons sur des arbres cultivés et sauvages d'*Annona squamosa* et *d'A. reticulata* (communes de la Possession à St Joseph, d'octobre 98 à d'octobre 99). Les insectes ramassés ont été élevés ; les auxiliaires observés et identifiés. Cette identification a été effectuée pour les insectes entomophages par le CIRAD et pour les entomopathogènes après isolement par l'unité de développement des auxiliaires des cultures (UDAC) de la FDGDEC.

Résultats et discussion : Le tableau ci-dessous présente les résultats.

Liste des insectes entomophages rencontrés sur A. squamosa et A. reticulata en 98/99.

Famille, sous famille ou classe	Nom Latin	Hôte	Lieu d'observation	Culture	époque
Braconidae Agathidinae	*Bassus sp*	*Nephopterix beharella*	St Leu. St Joseph	Attier et Cœur de bœuf	mai juin
Eulophidae	*Nesolynx sp*	*Nephopterix beharella*	St Leu	Attier	mai
Ichneumonidae Campopleginae	?	*Nephopterix beharella*	St Leu	Attier	mai
Braconidae	Chelonus sp	*Nephopterix beharella*	St Pierre	Cœur de bœuf	Déc.
Deuteromycètes	?*	*Nephopterix beharella*	St Paul	Attier	juin

*Identification en cours

Ce suivi a permis d'observer plusieurs insectes entomophages et un champignon entomopathogène de la pyrale *Nephopterix beharella.* Les insectes entomophages apparaissent de façon significative à partir du mois de mai. L'espèce la plus fréquemment rencontrée est le Braconide du genre *Bassus sp*.

Le champignon entomopathogène a quant à lui été isolé à partir de papillons momifiés prélevés sur des arbres sauvages (Saint-Paul). Un test pour apprécier son pouvoir pathogène par contact sur les chenilles de *Nephopterix beharella* a été réalisé en conditions contrôlées avec ce champignon entomopathogène.

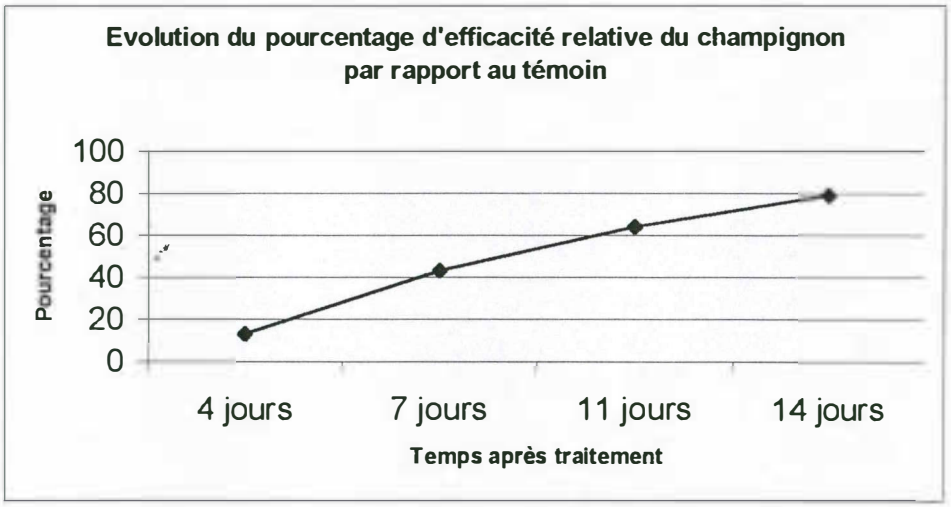
Protocole simplifié : Le test a été effectué à la Délégation Sud de la FDGDEC-REUNION (du 10 au 24 septembre 1999). Le dispositif expérimental comprenait un lot de 15 chenilles témoin et un lot de 15 chenilles traitées. Les 30 larves (stades larvaires compris entre 0,5 à 2 cm) ont été réparties dans des boites d'élevages individuelles (4,5 x 6 cm) et nourries avec des morceaux de fruits.

Modalités :

	Produit		Dose	Application des traitements
Témoin	Eau			Les chenilles du lot témoin sont trempées individuellement dans 4 ml d'eau pendant 30 secondes puis elles sont mises en boite d'élevage.
Traité	Entomopathogène*	champignon Deutéromycète	1.10^8 sp/ml	Les chenilles sont trempées individuellement dans 4 ml d'une solution à 1.10^8 spores/ml de champignon pendant 30 secondes puis elles sont mises en boite d'élevage

Les notations ont porté sur la mortalité des chenilles après traitement. Les larves mortes sont comptabilisées pour chaque modalité à + 4 jours, + 7 jours, + 11jours et + 14 jours suivant le traitement. Pour le lot traité les chenilles mortes sont placées en chambre humide pour permettre l'extériorisation du champignon, ceci permet de séparer les individus morts naturellement de ceux tués par le champignon.

Résultats et discussion : Les résultats sont présentés ci-dessous :



Dans les conditions de ce test, le champignon est efficace par contact sur les stades larvaires de *Nephopterix beharella*. Il présente un taux d'efficacité relative de 80 %.

Néanmoins, pour des raisons de méthodologie (humidité du milieu, détection des chenilles mortes sans extériorisation du champignon), il est difficile de déterminer le temps nécessaire au champignon pour occasionner la mort d'une chenille (temps létal (TL)). D'autres tests nous permettront de déterminer un TL 50 moyen pour ce champignon sur cet hôte.

3.4 Discussion et perspectives

Les résultats obtenus lors de ce suivi phytosanitaire durant le cycle de culture 1998/1999 contribuent d'ores et déjà à l'établissement d'une stratégie globale de lutte contre les ennemis de l'atte à la Réunion. En effet, le complexe parasitaire et les périodes à risque par rapport à la phénologie de l'arbre sont mieux connus. De même, huit ravageurs et une maladie sont répertoriés et leur incidence appréciée. Le principal ravageur d'*Annona squamosa* L. dans les conditions de culture réunionnaise est désormais connu : il s'agit de la chenille de l'espèce ***Nephopterix beharella*** appartenant à la famille des *Pyralidae*. Cette dernière s'attaque aussi bien aux fleurs qu'aux fruits. Les maladies ont également une incidence économique non négligeable ; la plus fréquemment rencontrée étant l'anthracnose occasionnée par le champignon ***Colletotrichum gloeosporiodes***.

La connaissance de ce complexe parasitaire et de son importance a permis de tester une liste de plusieurs insecticides efficaces, sous certaines conditions, contre les chenilles de la pyrale. Mais pour des raisons réglementaires, les deux seuls produits efficaces et directement préconisables aux producteurs, sont le **DECIS et la BACTOSPEINE** aux doses et pour l'usage homologué en traitements généraux.

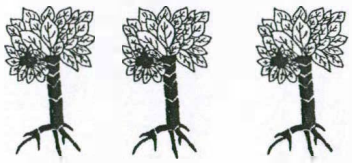
L'état des connaissances actuelles, notamment sur la biologie du principal ravageur et sur l'évolution de ses dégâts, ne permet pas de raisonner exactement le positionnement des traitements. Les pratiques actuelles restent donc les seules envisageables. Elles se résument à effectuer un traitement insecticide selon une cadence de 15 jours à 1 mois, du stade floraison à la récolte. D'autres méthodes de luttes peuvent être envisagées. Le ramassage et le brûlage des fruits momifiés tombés au sol et/ou encore présents sur l'arbre, au moment de la taille permettraient de diminuer les attaques. La méthode de l'ensachage des fruits, même si elle reste coûteuse et favorise le développement des cochenilles, pourrait offrir en combinaison avec une protection phytosanitaire diminuée et raisonnée un solution.

Enfin, au cours de ce suivi, des auxiliaires indigènes ont été identifiés et répertoriés sur la pyrale. Il s'agit principalement d'insectes parasites des stades larvaires de la pyrale et d'un champignon entomopathogène.

Sur la base de ces résultats, le producteur peut désormais raisonner le choix de son produit ou de sa stratégie en fonction de son efficacité, de son coût et de son impact sur l'environnement.

Cette étude préliminaire peut bien entendu servir de base à l'amélioration des mesures de protection phytosanitaire mais s'avère insuffisante pour établir une stratégie globale de lutte contre les ennemis d'*Annona squamosa* à la Réunion. Celle-ci ne pourra être envisagée sereinement qu'après l'étude et la confirmation des résultats, concernant notamment :

- ✓ Le complexe des maladies et leurs incidences sous nos conditions locales.
- ✓ La biologie de *Nephopterix beharella* (cycle, nombre de générations, lieu de ponte)
- ✓ L'évolution dans le temps des dégâts de la pyrale dans les zones de production.
- ✓ Les produits appliqués sur cette culture, en terme d'efficacité, de persistance d'action et de toxicologie.
- ✓ L'efficacité de plusieurs stratégies de protection phytosanitaire.
- ✓ L'incidence de la faune et de la flore auxiliaire sur les principaux ennemis de la culture.



4. Bibliographie

Bosser J., Cadet Th., Gueho J. et Marais W., 1984. – *Flore des Mascareignes*. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer (ORSTOM), Paris (France), Tome 34, Famille des Annonaceae.

Bustillo A.E. & Pena J.E., 1992. – Biology and control of the Annona fruit borer Cerconota anonella (Lepidoptera : Oecophoridae). *Fruits*, **47** (1), 81-84.

Cogez X. et Lyannaz J.P., 1994. – Hand pollination in sugar apple. *Fruits*, **49** (5-6), 359-360.

Gazit S., Galon J., and Podoler H., 1982. – The role of Nitidulid beetles in natural pollination of Annona in Israel. *Journal of America Society of Horticultural Science*, **107**, 849-852.

George A.P., Nissen R.J. and Campbell J.A., 1992. – *Pollination in Annona species*. Maroochy, Horticultural Research Station, Queensland, p.39.

Le Bellec F. et Renard V., 1997. - *Le grand livre des fruits tropicaux*. Editions Orphie, France, 24-25.

Morton J., 1987. – *Fruits of warm climates, Sugar Apple and Atemoya*. Miami, USA, p. 69-75.

Nakasone H.Y. and Paull R.E., 1998. – *Tropical Fruits*. C.A.B. International, USA, p. 53-57.

Quilici S., 1997. – Les ravageurs des Annonacées.
In : Le Bellec F. et Renard V. ed., *le grand livre des fruits tropicaux*. Editions Orphie, France, p. 45.

Sanewski G.M., 1991. – *Custard apples*. National Library of Australia Cataloguing-in-Publication, Queensland Gouvemment, p. 68-72.

Verheij E.W.M. and Coronel R.E. , 1992. – *Plant Resources of South-East Asia*. PROSEA, Indonesia, p. 71-78.