

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des pays Tropicaux
(CIRAD-EMVT)
10, rue Pierre-Marie Curie
94704 Maisons-Alfort

Institut National Agronomique
Paris-Grignon (INA-PG)
16, rue Claude Bernard
75005 Paris

Muséum National d'Histoire
Naturelle (MNHN)
57, rue Cuvier
75005 Paris

Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort (ENVA)
7, Avenue du général de Gaulle
94704 Maisons-Alfort

D.E.S.S. de productions animales des régions chaudes

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

L'ELEVAGE DE PAPILLONS EN ZONE TROPICALE :
techniques de production, impact sur l'environnement et
l'économie en milieu paysan

Hélène LEMONNIER
Promotion 93/94





RESUME

L'élevage de papillons est tout à fait marginal dans le monde des productions animales ; mais dans les pays où ils se développent, il peut jouer un grand rôle, autant sur le plan économique que dans le cadre de la protection des espèces.

Après un bref rappel sur la biologie et le comportement des Lépidoptères, cette synthèse se propose de décrire les techniques d'élevage que l'on rencontre dans les fermes d'élevage de la zone tropicale.

L'intégration des fermes d'élevage dans le milieu paysan, et les retombées économiques et écologiques seront ensuite abordées, afin de définir le rôle qu'elles peuvent jouer dans le développement des régions chaudes.

MOTS-CLES : Lépidoptères, élevage, environnement, économie rurale, protection des espèces.

TABLE DES MATIERES

	page
INTRODUCTION	4
<u>1. LES LÉPIDOPTÈRES : GÉNÉRALITÉS</u>	5
<u>1.1. Taxonomie</u>	5
<u>1.2. Morphologie générale</u>	7
<u>1.3. Anatomie générale de l'adulte</u>	9
<u>1.4. Le cycle de développement</u>	10
<u>1.5. La biodiversité des Lépidoptères tropicaux</u>	12
<u>2. L'ÉLEVAGE DE PAILLONS EN ZONE TROPICALE</u>	14
<u>2.1. Présentation générale</u>	14
2.1.1. Les zones d'élevage	14
2.1.2. Typologie des élevages	15
2.1.3. Les opérations d'élevage	19
<u>2.2. Les contraintes d'élevage</u>	22
2.2.1. Les contraintes climatiques	22
2.2.2. Les contraintes sanitaires	23
<u>3. L'INTÉGRATION DES FERMES D'ÉLEVAGE DE PAILLONS DANS L'ÉCONOMIE RURALE ET LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT</u>	27
<u>3.1. Le marché mondial du papillon</u>	27
3.1.1. Historique	27
3.1.2. Situation actuelle	27
<u>3.2. Préservation des espèces et des milieux naturels</u>	28
<u>3.3. Le rôle des fermes dans la protection de l'environnement tropical</u>	30
<u>3.4. L'intégration des élevages de papillons dans le développement économique</u>	30
<u>3.5. Cas concrets de filières Papillon</u>	31
3.5.1. Taïwan	31
3.5.2. La Papouasie Nouvelle-Guinée	32
CONCLUSION	35
BIBLIOGRAPHIE	36

INTRODUCTION

La demande internationale en papillons tropicaux est bien plus importante qu'on ne le croit généralement. Chaque année, des millions d'entre eux sont capturés et vendus à travers le monde.

Les acheteurs sont pour la plupart des chercheurs ou des collectionneurs. Une demande croissante de papillons provient également de l'Asie, qui incorpore les ailes multicolores dans la fabrication d'objets artisanaux.

A ces derniers, s'ajoute le développement des fermes de présentation de papillons mises en place en France et dans la majorité des pays industrialisés. La vocation de ces établissements est de faire découvrir au public la diversité du monde des Lépidoptères, et en particulier les Lépidoptères tropicaux pour leurs prodigieuses couleurs. Ces fermes de présentation élèvent parfois leurs papillons sous des serres d'élevage, mais une grande majorité est approvisionnée par des fermes situées en zone tropicale.

Cette synthèse bibliographique a un double objectif :

- apporter des informations précises sur la technique d'élevage des papillons en zone tropicale,

- évoquer l'impact de cette activité en milieu rural, tant au niveau économique qu'écologique.

A certaines conditions, le "Butterfly farming" peut en effet constituer un revenu supplémentaire pour le paysan, et contribuer à la préservation des espèces et la protection de leur milieu.

1. LES LÉPIDOPTÈRES. GÉNÉRALITÉS.

1.1. Taxonomie

Les papillons sont certainement les insectes les plus connus et les plus remarquables. Ils sont aussi parmi les plus nombreux puisqu'on estime à 150 000 le nombre des espèces répandues sur la terre (tableau 1).

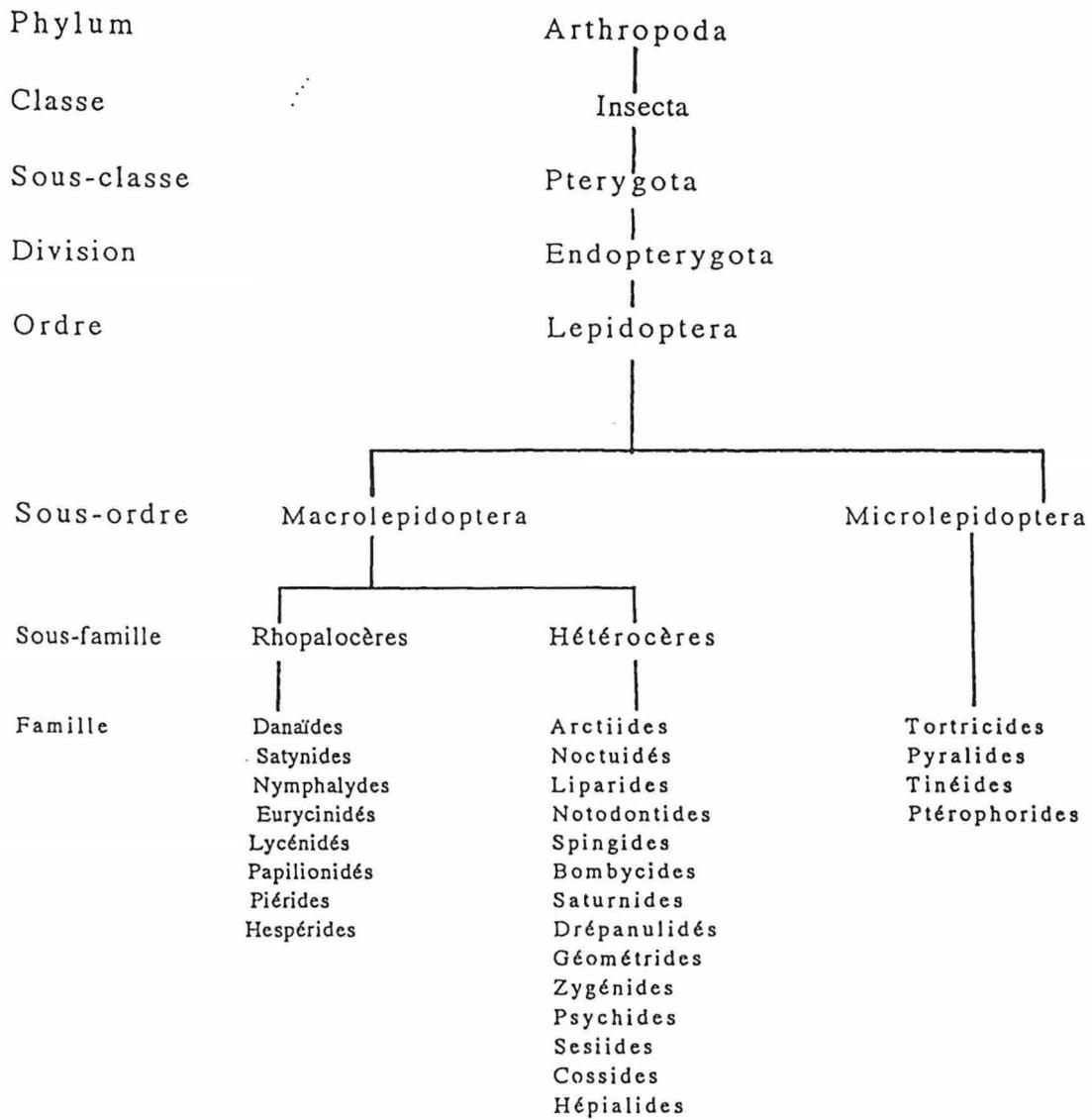
Tableau 1
RÉPARTITION DES DIFFÉRENTES ESPECES D'INSECTES

ESPECES	NOMBRE	% du total
Coléoptères	360.000	49
Lépidoptères	150.000	20
Hyménoptères	85.000	11
Diptères	75.000	10
Hémiptères	55.000	7
Autres	37.000	3
TOTAL	762.000	100

(source : Ferron, 1992)

On divise généralement les papillons en deux grandes catégories : les Macrolépidoptères et les Microlépidoptères (tableau 2). Cette division a été remise en cause par différents travaux qui ont montré que plusieurs groupes de papillons classés parmi les Macrolépidoptères avaient de grandes affinités avec les Microlépidoptères. Pour une classification plus actuelle, on peut se reporter aux travaux de Minet, complétés par Davis (1986), (in DELVARE et ABERLENC, 1989). Les Lépidoptères sont désormais classés en 37 superfamilles et 130 familles.

Tableau 2
ANCIENNE CLASSIFICATION DES LEPIDOPTERES



1.2. Morphologie générale

De morphologie relativement homogène, les Lépidoptères regroupent des espèces de taille et d'aspect cependant très variés. Les plus petits n'ont que 3 mm d'envergure, tandis que les géants tropicaux atteignent jusqu'à 300 mm. Nous décrivons ici succinctement la morphologie générale de l'oeuf, de la chenille, de la chrysalide et enfin de l'adulte (ROBERT, 1974).

* Les oeufs sont entourés d'un chorion coriace, lisse ou orné d'un réseau d'arêtes. Leur forme va de la sphère au fuseau et au batonnet, et le chorion peut présenter divers poils ou saillies. On considère que les oeufs de type couché sont primitifs, les oeufs dressés sont plus évolués.

* Les chenilles comprennent normalement 14 segments plus la tête. Cette dernière est très sclérifiée et présente des yeux (ou stemmates), des antennes réduites et des pièces buccales broyeuses bien développées pourvues d'une filière à soie.

Les trois segments thoraciques portent chacun une paire de petites pattes. Les segments abdominaux sont apodes, sauf quelques uns pourvus de fausses pattes charnues.

Les chenilles ont une forme généralement allongée (éruciforme), parfois globuleuse, voire aplatie.

Les phanères comprennent essentiellement des soies sensorielles. L'ornementation et la coloration des chenilles sont généralement stables, mais peuvent varier selon les mues.

Les chenilles mineuses (vivant dans le parenchyme des feuilles) ont un corps particulièrement aplati, et une modification importante des divers organes.

* La chrysalide, ou nymphe, est le dernier stade avant l'apparition de l'imago. Par sa structure, elle se rapproche déjà de l'adulte, mais ses trois parties sont soudées. Son tégument dur et coriace est d'ordinaire glabre, des saillies en forme d'épines sont fréquentes.

On distingue différents types de chrysalides. Les groupes les plus archaïques ont des chrysalides libres dont les segments abdominaux, les ailes, et les appendices ne sont pas soudés entre eux. Les chrysalides sont dites incomplètes lorsque certains segments abdominaux fusionnent. Enfin, chez les groupes de Lépidoptères les plus évolués, les ailes, les appendices, et presque tous les segments abdominaux sont soudés : on parle alors de chrysalides obtectées.

* Chez l'adulte, ou imago, la tête est généralement de dimension assez réduite. Elle est pourvue d'yeux bien développés, et parfois de deux ocelles. Ces deux yeux composés sont identiques, symétriques, typiques du stade imaginal et comptent un nombre variable d'ommatidies, formées de

l'association d'une cornée (cornéule) en forme de lentilles biconvexes et d'un cône cristallin situé sous la cornéule. Cornéule et cristallin constituent l'appareil dioptrique. L'ensemble des cornéules confère à la surface de l'oeil son aspect caractéristique en nid d'abeilles (DENIS et BITSCH, 1973).

Les antennes sont de formes variées : filiformes, pectinées, bipectinées, en massue, etc..., et dans bien des cas, elles diffèrent d'un sexe à l'autre. Elles sont le siège d'organes sensoriels tactiles et olfactifs indispensables au rapprochement des sexes.

A l'exception de quelques groupes primitifs, les Lépidoptères possèdent un complexe buccal suceur, typiquement composé d'une lèvre supérieure (labre) réduite, souvent lobée, de mandibules vestigiales, quand elles existent, de maxilles modifiées et d'une lèvre inférieure (labium) plus ou moins fortement régressée. La partie principale de l'appareil buccal est constituée par les lobes extérieurs (galeae) des maxilles, très allongés, recourbés en gouttière, capables de former un tube. Chaque galea est parcourue de cavités permettant le passage des muscles, des nerfs et des trachées.

Les deux galeae forment la trompe, laquelle fonctionne comme une pompe aspirante. Au repos, elle est enroulée sous la tête des papillons, dissimulée entre les palpes. En y injectant de l'hémolymphe sous pression, le papillon la déroule pour se nourrir.

En son extrémité, la trompe porte généralement de nombreuses soies sensorielles.

Les palpes maxillaires sont souvent très réduits. Les palpes labiaux sont au contraire très allongés et souvent nettement apparents.

Des trois segments du thorax, le prothorax, de loin le moins développé, est fréquemment pourvu de deux expansions aliformes recouvertes de poils et d'écailles.

Méso- et métathorax sont fusionnés et forment un ensemble robuste. Le thorax porte les organes tympaniques, qui transmettent les vibrations : les papillons ont un sens auditif développé et sont même sensibles aux ultrasons.

Les pattes sont le plus souvent grêles et couvertes d'une abondante pilosité. Les antérieures, surtout chez les Lépidoptères diurnes, sont parfois considérablement réduites et impropres à la marche. Elles sont dites "pattes en palatine" et servent en général à la toilette des antennes.

Le méso- et le métathorax portent deux paires d'ailes qui, caractère typique des Lépidoptères, sont sur leurs deux faces recouvertes d'écailles minuscules, de formes et de couleurs très variées (SEGUY, 1973).

L'aile, organe caractéristique du stade adulte, se présente sous forme d'une expansion latérale située au point de rencontre de l'arceau thoracique dorsal (tergum) et de la plaque latérale (pleure). Elle est constituée de deux feuillets parallèles, membranes extrêmement rapprochées, parcourues et tendues par un système plus ou moins complexe de tubes sclérifiés (nervures),

renfermant trachées, nerfs et hémolymphe. L'ensemble des nervures constitue la nervation, dont le schéma se révèle souvent un critère déterminant de classification.

Les ailes, dont la forme se rapproche souvent du triangle, présentent un développement important par rapport au corps.

Sur l'aile antérieure, on distingue la base, l'apex et le tornus (angle interne), lesquels délimitent le bord de l'aile. L'aile postérieure, généralement plus arrondie, présente selon les groupes, une morphologie nettement différente.

Chez les Lépidoptères les plus primitifs, l'appareil génital femelle ne présente qu'un seul orifice, utilisé à la fois pour la copulation et la ponte. Par contre, chez les plus évolués des papillons, qui constituent l'immense majorité, l'appareil génital femelle comporte deux orifices.

Les pièces génitales du mâle sont formées de deux valves latérales, de forme et d'ornementation très variées, qui portent en outre des processus (épines, crochets,...) et deux autres pièces qui constituent les parties dorsale et ventrale : l'uncus et le saccus. Entre celles-ci, coulisse le pénis, relié aux testicules par les canaux déférents.

L'armature génitale de la femelle est beaucoup plus uniforme que celle du mâle. A l'intérieur de l'abdomen se trouve la bourse copulatrice, sac membraneux portant sur sa face interne des épines et des formations sclérifiées. C'est elle qui va servir de lieu de stockage des spermatophores. La bourse copulatrice communique avec l'orifice de copulation par le canal copulateur.

1.3. Anatomie générale de l'adulte

Le système nerveux diffère assez peu de celui de la plupart des autres insectes (ROBERT, 1974).

Parmi les organes sensoriels, il faut signaler les chaetosema, particuliers aux Lépidoptères. Ces organes, placés sur la tête et constitués d'une paire de papilles sétifères, sont situés près des yeux, derrière les antennes et reliés au cerveau. Leur fonction demeure inconnue.

L'appareil digestif est subdivisé en trois régions d'origine embryonnaire différente. Quant au complexe buccal, il est de type suceur comme nous l'avons dit précédemment. La succion s'effectue au moyen du pharynx, pourvu de muscles dilatateurs robustes et fonctionnant comme une pompe aspirante. Un oesophage très mince lui fait suite.

Le système circulatoire est essentiellement formé du vaisseau dorsal ou aorte; celui-ci s'étend de la tête à l'extrémité de l'abdomen.

La respiration, comme chez la plupart des insectes, s'effectue au moyen d'un système de trachées fort complexe.

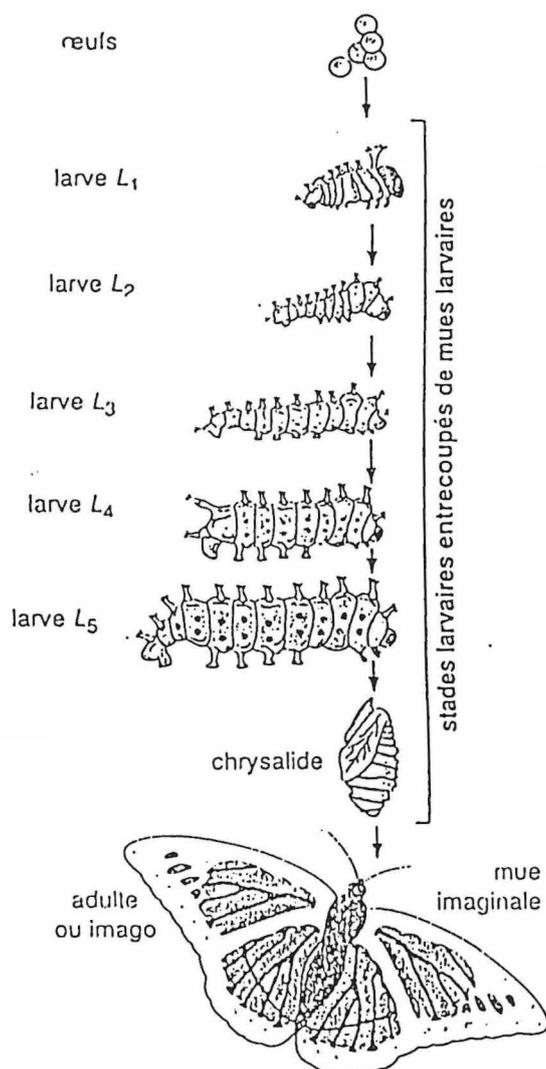
1.4. Le cycle de développement (shéma 1)

Pendant des siècles, le phénomène des métamorphoses a intrigué les observateurs, au point de susciter les interprétations les plus erronées (FERRON, 1992). Aujourd'hui, si le phénomène est bien compris, il suscite toujours l'émerveillement. En effet, il n'est pas toujours aisé d'établir le lien entre formes larvaires et adultes.

Chez les Lépidoptères, dits à métamorphose complète ou holométabole, la morphologie et le mode de vie des larves et des adultes sont en effet souvent très dissemblables.

Shéma 1

Le cycle de développement



(source : P. Ferron, 1992)

* Les oeufs :

Ils sont en général pondus sur les feuilles ou les fleurs de la plante nourricière. Ce processus de reconnaissance de la plante par la femelle est dû à certains composés émis par la plante, qui stimulent la ponte et qu'elle perçoit par des organes sensoriels de ses tarsi.

L'embryogenèse est de durée variable.

L'oeuf peut parfois rester en dormance pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois. Ce phénomène, la diapause, leur permet d'échapper à des conditions défavorables. C'est un mécanisme physiologique sous contrôle endocrinien, où le développement ne reprend pas immédiatement après le retour à des conditions favorables.

Par la reconnaissance de l'environnement végétal, la jeune chenille n'a pas à aller chercher très loin sa nourriture.

* La chenille, ou larve :

Elle sort de l'oeuf après deux ou trois semaines en perforant le chorion et commence sa vie active, dont l'objectif principal est de grandir. Le tégument larvaire ne croît pas au fur et à mesure que la larve grandit. On distingue ainsi des stades larvaires, séparés par des mues larvaires, au cours desquelles la chenille grandit sans changer de forme. Le déclenchement des processus de mue sont sous la dépendance d'un processus de régulation endocrine : une hormone cérébrale déclenche indirectement le phénomène de mue en agissant sur une glande endocrine sous le thorax .

Les larves sont pour la plupart phytophages, attaquant de préférence les plantes supérieures. Le régime varie selon les espèces. Certains sont monophages, d'autres au contraire sont polyphages, ou mineuses.

Les larves, placides et incapables de se déplacer assez rapidement pour fuir l'ennemi, ont développé des processus originaux de défense : la livrée assure le camouflage, des composés toxiques les rendent incommestibles, mais elles peuvent aussi projeter des substances toxiques ou répulsives.

Au terme de son développement larvaire, la chenille effectue une mue particulière : la mue nymphale qui donne la chrysalide (ou nymphe). Durant cet état, se produisent trois types de phénomènes : la désorganisation (hystolyse de certains organes larvaires), le remaniement de la musculature, des organes sensoriels et reproducteurs, et la mise en place des organes adultes (trompe, ailes...) à partir des disques imaginaires. La durée de ces transformations est variable, de quelques jours à plusieurs semaines. La chrysalide peut également entrer en diapause si l'environnement (température) ne lui permet pas de se développer dans de bonnes conditions. Chez les chrysalides dont la cuticule est plus ou moins transparente, il est possible d'apercevoir certaines structures de l'adulte, en particulier les ailes.

Les modalités d'émergence de l'imago varient selon le type de chrysalide et selon que celles-ci sont ou non enfermées dans un cocon. Lorsque la

chrysalide est nue, il suffit au papillon de rompre la cuticule nymphale. Les chrysalides endogées, souvent libres ou incomplètes, mais pourvues d'appendices mobiles forent une galerie dans le sol pour en atteindre la surface, puis rompre la cuticule nymphale.

Chez les espèces pourvues d'un cocon, les fils de soie peuvent être soit écartés par une pression de la tête, soit encore dissous partiellement par une sécrétion glandulaire.

Après avoir libéré sa partie céphalique de la dépouille nymphale, il s'en extrait à l'aide de ses pattes. L'imago demeure accroché le temps que ses ailes se déroulent. Celles-ci doivent ensuite sécher afin de lui permettre de prendre son envol.

La mue nymphale peut durer 3 à 12 jours.

La finalité de la vie imaginale est la reproduction. Elle assure la mise en place des générations suivantes. Les mâles meurent après l'accouplement, les femelles après la ponte .

La durée de la vie imaginale est de 2 semaines à 1 mois. Cependant, quelques espèces comme les Vanesses ou les citrons ont une diapause imaginale d'hiver de 8 à 9 mois (RACCAUD-SCHOELLER, 1980).

1.5. La biodiversité des Lépidoptères tropicaux

Les Lépidoptères sont des insectes hautement spécialisés, chaque espèce est adaptée à vivre dans un certain biotope. La convenance de l'habitat dépend de la présence de la plante-hôte indispensable aux chenilles et de paramètres comme l'altitude, la température, l'ensoleillement ou l'ombre, et d'autres bien plus difficile à apprécier.

Les ouvrages très complets de d'ABRERA sont la meilleure illustration de la biodiversité des Lépidoptères tropicaux.

Nous allons ici tenter de présenter succinctement les espèces les plus intéressantes du monde tropical.

* Amérique Centrale et du Sud :

L'Amérique du Sud possède une abondance de papillons qui n'est égalée par aucune autre région du monde. Les *Morpho*, *Heliconius*, *Ithomia*, *Agrias*, *Catagramma* et Hespérides à queue n'ont pas d'équivalents dans le vieux monde.

Les papillons sud-américains sont extraordinairement dotés de couleurs brillantes et de teintes irridescentes, qui changent selon l'angle d'incidence de la lumière. De magnifiques exemples en sont les *Ancyluris*, *Doxocopa*, et les *Morpho*, papillons bleus bien connus.

Les espèces de *Papilio* d'Amérique du Sud et centrale sont nombreuses, en particulier, les "papillons noirs", très variés et très attirants. Les Erycinidés

sont bien représentés dans ces régions par des centaines d'espèces (BARLANT, 1970). Les régions les plus tempérées du Chili et de l'Argentine ne sont pas si richement pourvues, mais il y a certaines formes et espèces locales très intéressantes.

* Afrique et Madagascar :

L'Afrique n'a pas d'aussi belles espèces que l'Amérique et leur nombre total est bien moindre, mais il y a beaucoup de formes locales.

L'Afrique est le domaine des Charaxes : on en trouve beaucoup d'espèces. Les *Papilio* ne sont pas nombreux, mais certains sont très attirants, tels que *Papilio antimachus* et *P. zalmoxis*. Il y a beaucoup de *Pieiridae*, certains plutôt ternes, mais d'autres, en particulier les *Colotis*, parmi les plus beaux du monde. Les espèces d'*Acraea* sont également très nombreuses. Beaucoup de Nymphalidés ne se trouvent qu'en Afrique. Les Lycénidés renferment de très belles espèces africaines.

A Madagascar, on rencontre de nombreuses espèces très recherchées : *Papilio dardanus meriones*, *P. demodocus*, *Salamis dupreï*...

* Australie, Nouvelle-Guinée, Nouvelle-Zélande :

Cette région a un choix très intéressant de papillons, allant depuis les espèces tempérées au Sud, en passant par le désert, jusqu'aux merveilleuses formes tropicales qu'on rencontre dans le Nord de l'Australie et la Nouvelle-Guinée.

L'Australie par son sol et sa végétation diffère des autres continents : elle produit donc des formes et des espèces géographiques qu'on ne trouve nulle part ailleurs. La Nouvelle-Guinée tropicale regorge encore d'espèces inconnues. La Nouvelle-Zélande a par contre, très peu d'espèces, dont certaines sont des espèces migratrices qui se sont établies récemment.

* Asie :

Les espèces de la péninsule malaise, des Philippines, Sumatra, Java et les Célèbes montrent des affinités avec celles de la Nouvelle-Guinée. En allant plus vers l'ouest, Bornéo et Sumatra possèdent des papillons qui ont plus d'affinités avec ceux de la Thaïlande et de la Malaisie. En Birmanie, les espèces ressemblent davantage à celles de la faune de l'Inde et de la Chine.

Toutes les parties de l'Asie possèdent des papillons intéressants. Les collines du Nord de l'Inde sont riches, les forêts pluvieuses de Bornéo et l'île de Taïwan ont toutes abondance d'espèces. De belles découvertes restent à faire dans la région indo-malaise, en particulier dans les îles.

2. L'ÉLEVAGE DE PAPILLONS EN ZONE TROPICALE : LA PRODUCTIO

2.1. Présentation générale

2.1. 1. Les zones d'élevage

L'approvisionnement en papillons provient du monde entier et la part des papillons capturés dans la nature reste encore bien supérieur à la production des fermes.

La base de l'élevage des papillons est la culture des plantes nourricières nécessaires à l'ensemble du cycle de développement de l'animal.

Pour la zone tropicale, un réel potentiel existe : la richesse florale de nombreux pays permet d'envisager l'extension des zones d'élevage au-delà de l'Asie, où le "butterfly farming" est déjà bien implanté (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983).

*** Afrique tropicale**

Le potentiel africain n'a pas encore été exploité, malgré la présence d'espèces très recherchées.

Par contre, l'île de Madagascar est un pôle de développement intéressant. Par la diversité et l'originalité de son entomofaune, elle constitue un producteur de chrysalides de premier choix. Une société française y a mis en place cinq fermes d'élevage. Elles sont les principaux fournisseurs du Centre d'Elevage et d'Acclimatation (France).

*** Sud-Est asiatique**

Les élevages de *Bombyx mori* sont très développés en Asie, pour le commerce de la soie. Grâce à l'activité séricole, l'élevage de papillons pourrait être l'extension de cette dernière.

La place de l'Asie en tant que fournisseur de papillons, pour les collectionneurs ou l'ornement, est prédominante dans la zone tropicale. La Malaisie, Taïwan, ou les Philippines approvisionnent le marché mondial par leurs captures, mais l'élevage reste très réduit.

Des espèces appartenant aux familles des *Nymphalidae* et des *Pieridae* seraient de bons spécimens à élever, étant donné l'importance de la demande.

*** Australie et Indonésie**

L'Australie est un continent intéressant, de part ses quelques espèces endémiques. Quelques amateurs élèvent des papillons locaux, afin de répondre à la demande des collectionneurs, sans vouloir étendre leur activité à un niveau commercial. Une ferme d'élevage a été construite au Royal Melbourne Zoological Gardens (CROSBY, 1986). Les 320 m² de serres ont

pour but de fournir des papillons au zoo, vivants et à différents stades de développement. A cette fin, une technique d'élevage en volière très pointue a été mise en place.

D'après ces deux exemples, on ne peut pas proprement parler d'élevage à but commercial, mais l'activité existe et peut être développée comme un élevage à part entière.

La Papouasie Nouvelle Guinée s'est engagée dans cette voie, en incluant à son agriculture traditionnelle des élevages de papillons. Ce programme a été mis en place par des chercheurs américains et emporte un franc succès auprès des paysans. C'est un pôle de développement important, qui pourrait s'étendre à l'ensemble de l'Indonésie.

* Amérique Centrale et du Sud

C'est une région très prometteuse, particulièrement grâce à ces espèces très différentes du reste du monde tropical. Les *Morpho* et *Agrias* d'Amérique du Sud sont parmi les espèces les plus recherchées. Il se peut que certains *Morpho* soient déjà élevés, ce que la loi interdit, mais aucune ferme n'est donc répertoriée.

Par contre, la République Dominicaine et le Costa Rica ont plusieurs fermes commerciales sur leur territoire.

2.1.2. Typologie des élevages

L'élevage de papillons s'effectue selon différents procédés : de la collecte directe des chrysalides dans la nature, à la reproduction contrôlée en circuit fermé dans les volières.

Nous pouvons donc établir une typologie des élevages qui évolue suivant un gradient croissant d'intensité.

* Elevage hors-volière

L'élevage hors-volière peut être apparenté à la chasse aux papillons. Il s'agit de récolter les cocons dans la forêt, pour approvisionner une ferme d'élevage voisine (DELESALLE, 1993).

Les populations rurales récupèrent les chrysalides dans les arbres, généralement en se repérant grâce aux excréments des chenilles tombés au sol. Afin de limiter le parasitisme, les chrysalides sont récoltées le plus tôt possible après la nymphose.

L'élevage hors-volière des premiers stades est menacé dans les zones où le déboisement est une activité florissante. L'autre inconvénient de ce système est le prélèvement anarchique et non-contrôlé d'espèces ou d'individus, parfois refusés par les fermes pour cause sanitaire ou pour leur médiocre qualité.

Les élevages hors-volière, que l'on peut qualifier d'extensif, apportent un revenu supplémentaire aux petits paysans. Cependant, les prélèvements doivent être contrôlés afin de préserver les espèces et d'assurer le renouvellement des générations dans les aires de prélèvements.

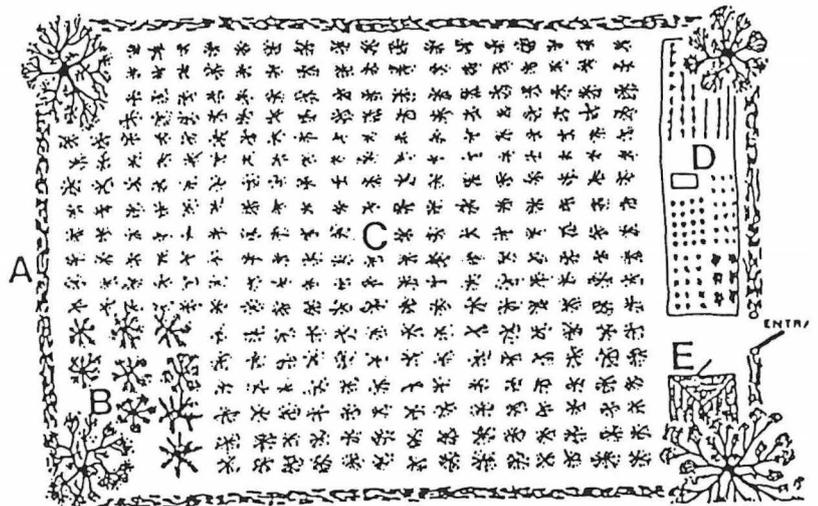
* Elevage en semi-captivité (shéma 2)

Ce système de production consiste à planter une surface, généralement inférieur à 0,5 hectare, en plantes nourricières. De telles fermes contiennent jusqu'à 500 plantes sur pied. Il est important de clôturer cet espace par une rangée d'*Hibiscus* ou *Bougainvillea*, ou d'autres espèces, dont le nectar des fleurs est très attractif pour les papillons adultes, qui viendront ensuite prendre leur repas régulièrement. Cette barrière naturelle empêche également le petit bétail de pénétrer dans l'enceinte de la ferme et de saccager les cultures.

Shéma 2

Plan-type d'une ferme d'élevage en semi-captivité

- A : barrière d'*Hibiscus*
- B : Arbres fruitiers
- C : plants d'*Aristolochia*
- D : Nurserie
- E : hutte à outils



(source : National Research Council, USA)

La population de départ est définie par ces plantes, dont le choix des espèces est primordial pour la réussite de l'élevage (tableau 3). D'une manière générale, dès que l'habitat - en fait, la nourriture nécessaire aux chenilles - est présent, les papillons réapparaissent.

La plante nourricière la plus commune des papillons tropicaux est *Aristolochia tagala*, les ligneux constituent également une source de nourriture importante (les *Citrus*, les *Cerbera*).

Tableau 3

Quelques papillons et leurs plantes nourricières
à Madagascar

PAPILLONS	PLANTES NOURRICIERES
<i>Argema mittrei</i>	<i>Eugenia jambulona</i>
<i>Pharmacophagus antenor</i>	<i>Aristolochia acuminata</i>
<i>Precis epiclelia</i>	<i>Barleria</i>
<i>Papilio meriones</i>	<i>Citrus</i>
<i>Junonia eurodoce</i>	<i>Coleüs</i>
<i>Salamis anteira</i>	<i>Obetia ficifolia</i>
<i>Hypolimmas missipus</i>	<i>Portulaca oleracea</i>

(source : Delesalle, 1993)

Le cycle de développement de chaque papillon va se dérouler sur une ou plusieurs plantes-hôtes. Les oeufs sont pondus sur une espèce de plantes bien définie. Après l'éclosion, les jeunes chenilles se nourrissent de leur propre coquille, puis de la plante : ses feuilles et ses bourgeons.

Pour leur nymphose, les larves s'installent sous une feuille ou sous une branche afin de se protéger de la pluie et des prédateurs.

Après 10 jours à 3 semaines, l'imago émerge de la chrysalide, généralement tôt le matin. Lorsqu'il a séché ses ailes, il vole vers les fleurs pour se nourrir, puis s'accoupler : un nouveau cycle recommence.

Quand la ferme fonctionne bien, 50 % des chrysalides peuvent être récoltés par jour. On laisse généralement les chrysalides les plus hauts perchées pour reconstituer le cheptel. D'autres sont laissées car elles ne sont pas parfaites. L'éleveur peut prévoir le jour de l'émergence : lorsque la chrysalide s'assombrit, le développement du corps et des ailes est bien avancé. La branche ou la feuille est alors cueillie, sans abîmer la chrysalide, et entreposée dans la nurserie (construite en bois local), à l'abri des parasites et prédateurs.

Dans la nurserie, les chrysalides sont légèrement aspergées d'eau 2 à 3 fois par semaine pour accélérer la nymphose et éviter le dessèchement.

Lorsque l'imago émerge et a séché ses ailes, une solution d'acétyl-acétate ou d'eau bouillante lui est injectée dans le thorax. Il meurt en quelques secondes. Les plus petits papillons sont endormis avant l'injection (placés sur un coton d'éthyl-acétate), afin de ne pas endommager les ailes.

Les papillons morts sont placés dans des enveloppes triangulaires en papier, et séchés au soleil durant 4 jours. Ils sont ensuite stockés dans des boîtes étanches, mis en carton et partent vers l'acheteur principal.

L'élevage en semi-captivité peut s'apparenter à un élevage semi-intensif. Ce système de production fonctionne efficacement. Plus les chenilles sont prélevées jeunes, plus le risque de mortalité, élevé dans les conditions naturelles, est diminué. En effet, dans la nature, les prédateurs et les parasites détruisent 60 % au minimum des chenilles écloses. Ainsi, les prélèvements qui représentent une partie infime de la population permettent de garder un nombre constant de papillons d'une année à l'autre.

* Elevage en volière

Dans ce système de production, les adultes se reproduisent en captivité. Pour atteindre cet objectif, on cherche à reconstituer les mêmes conditions qu'en milieu naturel. C'est-à-dire un support de ponte qui réponde aux exigences de chaque espèce, un nombre suffisant d'adultes reproducteurs de chaque sexe, et l'espace nécessaire au vol et à l'accouplement des insectes. Lorsque toutes les conditions sont réunies, une génération de papillons est créée, qui pourra donner naissance à de nouvelles populations.

Les volières sont construites à partir d'une charpente en bois local. A Madagascar, un mur en brique d'environ 1 m est érigé autour des volières. Les volières sont recouvertes d'un grillage moustiquaire en nylon (maille 1 mm). Certaines volières bénéficient d'une ombrière. La surface des volières est généralement comprise entre 50 et 200 m². La végétation est plantée sur pied, en pleine terre.

Les adultes sont répartis dans chaque volière en fonction de l'espèce et du sexe.

Dans leur milieu ainsi reconstitué, les papillons s'accouplent naturellement, sans intervention de l'éleveur.

Lorsque la femelle est fécondée, elle cherche le support végétal qui nourrira ses chenilles. Il est donc indispensable de conserver les plantations dans les conditions optimales pour la ponte. Dès que les oeufs sont éclos, les chenilles commencent à manger le végétal. Par conséquent, il est nécessaire de prélever les chenilles le plus tôt possible après l'éclosion des oeufs, afin de préserver le feuillage pour les pontes ultérieures. Les chenilles prélevées dans les volières sont mises en élevage, dans une cage prévue à cet effet, à l'intérieur de la volière. Les cages sont en bois et recouvertes de grillage métallique pour protéger les insectes des rats et autres prédateurs. A

l'intérieur, on place le feuillage nourricier, changé deux à trois fois par semaine. A chaque nouvel arrivage de chenilles, les cages sont nettoyées et désinfectées.

Afin de maintenir un taux d'humidité suffisant, elles sont régulièrement arrosées.

Chaque semaine, les chrysalides formées sont récupérées. Les chenilles ont tendance à s'éloigner du support végétal pour la nymphose. Il est donc facile de les récupérer.

Les élevages de papillons entièrement élevés en volière peuvent être qualifiés d'intensifs. Ils ont l'avantage d'éviter les prélèvements dans la nature. Bien conduite, la production de chrysalides dépasse souvent la demande, ce qui permet de relâcher quelques imagos dans la nature.

En volière, les insectes sont à l'abri, et le taux de mortalité, élevé dans la nature, est considérablement réduit. Il faut cependant apporter un soin particulier à l'état sanitaire des volières pour éviter les maladies.

De plus, ce type d'élevage permet l'observation des espèces durant tout leur cycle de développement. Cela conduit à améliorer les connaissances sur la biologie de chaque espèce, et par conséquent, peut contribuer à la mise en place de mesures de protections efficaces, en particulier le maintien de l'habitat naturel des insectes.

2.1.3. Les opérations d'élevage

On peut les regrouper en deux parties :

- les opérations liées à la reproduction, qui assurent la perpétration de l'espèce. Cette fonction chez le Lépidoptère adulte prédomine dans bien des cas sur la nutrition;

- les opérations liées à l'alimentation, qui devra répondre aux exigences de chaque espèce, et si possible en conservant les plantes nourricières naturelles.

*** La reproduction**

En élevage hors volière ou en semi-captivité, la reproduction n'est pas maîtrisée, puisque les animaux sont libres jusqu'à la nymphose. Cependant, l'éleveur peut parfois capturer une femelle, lorsque ses oeufs et non pas la chrysalide l'intéressent. Il l'attache par la patte à un arbre et récupère les oeufs après la fécondation. Il peut aisément repérer s'il y a eu accouplement, car celui-ci dure généralement plusieurs heures. C'est le cas pour l'espèce *Argema mittrei* à Madagascar (Delesalle, 1993).

En volière, si le milieu est adéquat, l'accouplement a également lieu naturellement, par contre, il tient à l'éleveur de renouveler son stock de reproducteurs.

Les reproducteurs sont capturés au stade imago ou chrysalide et mis en volière. Dès qu'une génération est mise en route, un certain nombre de chrysalides de chaque sexe pour chacune des espèces est conservé, puis réintroduit dans les volières toutes les semaines, après leur passage à la nurserie.

Afin d'assainir les souches, il est souhaitable d'apporter régulièrement des adultes provenant de l'extérieur. A cette occasion, des imagos nés en volière peuvent être relâchés.

Pour la maîtrise de la reproduction en volière, l'identification des sexes est indispensable. Celle-ci se fait généralement au stade adulte. A ce stade, le dysmorphisme sexuel est plus ou moins apparent (GUILBOT, 1982).

Concernant la couleur et l'envergure, les femelles sont souvent de couleurs moins vives que les mâles. Leur aspect est plus massif et elles sont généralement plus grandes. L'abdomen est toujours plus enflé chez les femelles, distendu par les oeufs.

Pour certains nocturnes, les antennes sont le critère le plus évident : celles des mâles sont plumeuses ou pectinées, alors que les femelles ont des antennes filiformes.

Si ces critères ne suffisent pas à définir le sexe, on peut examiner les pièces génitales à la loupe, par pression sur l'abdomen.

En conclusion, l'attention particulière de l'éleveur auprès de ces animaux et les bonnes conditions (climatiques, alimentaires...) sont fondamentales à la réussite de la reproduction.

* L'alimentation

Dans la majorité des cas, alimentation et reproduction sont étroitement liées, puisque la prise de nourriture est indispensable à la maturation des ovocytes et au comportement sexuel. Les papillons à jeun depuis leur sortie de la chrysalide peuvent s'accoupler, mais meurent bien souvent avant le début de la ponte. Il existe quelques familles qui ne s'alimentent pas (les *Attacidae*, par exemple). Dans ce cas, les adultes utilisent les réserves accumulées durant les stades larvaires, et leur durée de vie est généralement courte (8 à 15 jours).

La grande majorité des papillons s'alimentent de nectar très riche en glucides.

- Alimentation de l'adulte :

Le papillon n'ayant pas à subvenir aux besoins de sa progéniture - la chenille est herbivore - et sa vie à l'état imaginal étant de durée généralement brève, la quantité de nourriture absorbée au cours de son existence est nécessairement limitée. L'organisation de l'armature buccale est telle que

seule la nourriture liquide, le nectar, qui contient 60% d'eau, peut être absorbée par l'imago (GRASSE, 1976).

En volière, les adultes trouvent leur nourriture sous deux formes :

- d'une part, ils se nourrissent du nectar des fleurs en plantation,
- d'autre part, d'eau miellée à 10% placée dans des coupelles. Cet abreuvoir est appelé "fleur artificielle". En effet, le papillon est influencé par plusieurs stimuli optiques. La coupelle en forme de collerette et de couleur vive (rouge, bleu ou violet) attire les adultes. La solution nutritive est changée une à deux fois par jour, afin d'éviter la fermentation et de remplir les coupelles vides. Le nombre de ces fleurs artificielles est proportionnel au nombre d'adultes qui vivent dans la volière.

- Alimentation de la chenille :

Contrairement aux papillons, les chenilles possèdent des pièces buccales broyeuses. Il en résulte donc une alimentation différente. La majorité s'alimente aux dépens des végétaux (phytophages), en général de plantes herbacées, d'arbres ou d'arbustes.

On divise les chenilles phytophages en 3 groupes :

- Polyphages, qui acceptent des plantes de familles éloignées;
- Oligophages, qui vivent sur un petit nombre de plantes appartenant généralement à la même famille botanique ;
- Monophages, qui ne mangent qu'une seule espèce de plante.

En élevage tropical, les chenilles sont élevées avec des aliments naturels. L'alimentation correspond à l'espèce et est généralement celle sur laquelle vit naturellement la chenille.

Comme nous l'avons décrit précédemment, le feuillage est apporté journalièrement. Il est pulvérisé plusieurs fois par jour car, humide il est mieux apprécié par les chenilles.

On veille à ce que le feuillage soit exempt de parasites, de prédateurs, ainsi que de produits chimiques, pour cela, il faut abondamment rincer le feuillage. Les végétaux sont présentés en bouquets, l'extrémité des tiges peut être coupée net afin d'éviter les pourritures et faciliter l'absorption d'eau. Enfin, il faut noter que plus la polyphagie d'une espèce est importante: plus la liste des espèces acceptées est longue, plus son élevage en est simplifié. Tel est le cas pour *Attacus atlas* L. , pour lequel une dizaine de plantes nourricières sont citées (BOIREAU, 1990).

2. 2. Les contraintes d'élevage

L'élevage de papillons nécessite de respecter un certain nombre de contraintes, qui peuvent présenter un facteur limitant pour la production.

2. 2. 1. Les contraintes climatiques

L'environnement climatique du milieu d'élevage, qu'il soit ouvert ou fermé, a une influence sur le développement des espèces élevées.

Les trois facteurs climatiques déterminants sont la lumière, la température, et l'hygrométrie.

En régions semperhumides, hygrométrie, température et durée du jour sont constants sur l'année. Dans les régions à saison marquée, les conditions thermiques et surtout pluviométriques passent d'un extrême à l'autre : on distingue une saison sèche et froide opposée à une saison chaude et humide.

En milieu non-maîtrisé, la production est saisonnée si le climat connaît de telles variations. Les papillons des zones tempérées ou tropicales se développent pendant la période chaude, et dès le début de la saison froide, la plupart subissent un arrêt du développement.

En milieu maîtrisé, l'éleveur peut influencer sur les différents facteurs.

* La lumière

C'est le facteur déterminant des accouplements. Il faut respecter le rythme, ainsi que l'intensité lumineuse du milieu naturel.

Selon les espèces, une intensité minimale est nécessaire. Par exemple, les espèces nocturnes ou crépusculaires se reproduisent à l'aube ou au crépuscule.

La luminosité et le nyctémère peuvent être obtenus artificiellement en recouvrant la volière d'une bâche, ou d'une toile d'ombrage. La photopériode naturelle peut-être modifiée en installant un éclairage électrique relié à une horloge permettant l'allumage ou l'extinction automatique.

* Température

Associée au rythme lumineux, la température a une grande influence sur la vitesse de croissance des chenilles, le nombre de mues, la ponte, la longévité des adultes etc...

De nombreux essais en laboratoire ont déjà montré l'effet de la température sur le stade nymphal, pour la conservation par arrêt de développement (GIRET et COUILLOUD, 1982).

Toutes les fiches d'élevage pour éleveur-amateur précisent la durée d'un stade pour une certaine température. ADES et LEMAITRE (1992) ont noté que *Pachypasa imitans* émerge 3 à 4 semaines après la nymphose à 20-25 °C.

D'après ALBANO (1992), le temps d'incubation des oeufs de la femelle d'*Antherina suraka* est de 8 à 10 jours à 20-21°C.

Le rythme thermique est défini en fonction des biotopes dans lesquels vit l'espèce, avec généralement un arrêt en saison froide. Une délocalisation des sites d'élevages pendant la saison sèche ou froide peut pallier à ce phénomène. Les papillons sont facilement transportables en phase de diapause. Leur insertion dans un milieu adéquat déclenche le processus de développement.

La production peut ainsi être désaisonnalisée.

En zone tropicale, cette solution est d'autant plus envisageable que le climat peut être contrasté d'une région à l'autre (région de montagne / de basse altitude ; côté au vent / côté sous le vent).

* Hygrométrie

Les taux d'humidité sont à surveiller pour l'éclosion des chrysalides et la nymphose des chenilles. Dans le cas d'une espèce de forêt tropicale humide, l'hygrométrie satisfaisante est proche de la saturation (80 à 90 %) et constante toute l'année.

En volière, l'humidité doit être maintenue le plus près possible des conditions naturelles par aspersion d'eau (manuelle ou mécanisée).

2. 2. 2. Les contraintes sanitaires

Différents critères, recommandés par GUILBOT (1982), permettent de juger de l'état sanitaire d'un élevage :

- l'augmentation de la mortalité
- un arrêt du développement
- des difficultés à muer
- les changements de coloration
- une réduction du poids et la taille
- une réduction de la longévité
- une réduction de la fécondité et de la fertilité

Plusieurs causes peuvent être responsables de ces manifestations, nous rappellerons ici quelques précautions à prendre afin d'éviter les accidents sanitaires.

* Manipulation des animaux

En condition d'élevage, il est parfois nécessaire de déplacer les animaux à des moments plus ou moins critiques de leur développement.

Avec beaucoup de soin et un peu d'imagination, MERY (1989) nous donne une méthode originale pour le transfert d'oeufs d'une feuille à l'autre, à l'aide d'un pinceau.

Les manipulations d'oeufs restent rares, par contre les chenilles, et encore plus les chrysalides sont déplacées afin de libérer les enceintes d'élevage, et faciliter le stockage des cocons.

La mue est la période la plus délicate, durant laquelle il faut absolument éviter de toucher la chenille. Le plus souvent, elles sont transportées avec leur support, la feuille.

En dehors des périodes de mue, les chenilles sont manipulées à l'aide de pinces, mais plus généralement à la main. Par ailleurs, les contaminations par germes pathogènes seront réduites si le matériel de manipulation est soigneusement désinfecté après utilisation.

Dans tous les cas, il faut éviter de blesser la chenille, soit par lésion du tégument, soit par rupture du tube digestif.

* Pathologies rencontrées

Les principales maladies rencontrées en élevage sont dues à des virus, des bactéries, des champignons pathogènes et des protozoaires.

- les virus :

La contamination se fait par ingestion et l'infection se poursuit dans les cellules intestinales, adipeuses et sanguines, selon le type de virus. Les chenilles attaquées sont gonflées, flasques, pendent au feuillage et se liquéfient rapidement. Il est indispensable d'isoler les chenilles atteintes, pour éviter la prolifération de la maladie.

- les bactéries :

Elles sont très redoutées dans les élevages. La mortalité peut-être temporaire ou permanente. Elle est due à des corps susceptibles de se conserver dans les litières ou dans les interstices des cages. La contamination se fait par ingestion et provoque une septicémie. L'arrêt de la consommation est un symptôme courant chez les chenilles atteintes de bactérioses. La liquéfaction des tissus chez les cadavres est très rapide.

- les mycoses :

Ces maladies se caractérisent par des symptômes spectaculaires dûs à la fructification du mycellium à la surface du cadavre, après envahissement des tissus de l'hôte. La contamination se fait par contact, le champignon pénètre à travers le tégument pour les espèces les plus pathogènes, par les blessures consécutives aux manipulations ou à des accidents au cours des mues des chenilles, pour certaines moisissures banales.

- les protozoaires :

Ces germes entraînent des baisses de longévité, de fécondité, et de fertilité, mais provoquent rarement la mortalité des insectes élevés. Ce sont souvent

les microsporides qui colonisent le système nerveux, les gonades, les muscles et les glandes séricigènes.

D'une façon générale, les remèdes aux maladies décrites précédemment sont d'ordre préventif. Il est indispensable de maintenir les élevages dans un état sanitaire optimal :

- l'alimentation doit systématiquement être débarrassée des prédateurs et des parasites ;
- les cages désinfectées ;
- la quantité d'animaux doit être raisonnée en fonction de la surface et du feuillage disponible ;
- un vide sanitaire de 10 à 15 jours est nécessaire avant chaque nouvel élevage ;
- enfin, la surveillance accrue des animaux permet de déceler toute anomalie d'élevage.

* Parasites et prédateurs

L'activité des parasites et prédateurs s'exerce à tous les stades de développement, soit en période d'activité, soit en diapause.

Parasites :

Les parasites ont une taille réduite, souvent inférieure au millimètre. L'ordre des Hyménoptères et celui des Diptères regroupent le plus grand nombre de parasites.

Parmi les Hyménoptères, sont principalement rencontrées les espèces suivantes :

- les *Chalcidoïdea* et les *Proctotrupeïdea*, insectes de très petite taille, sont pour la plupart parasites des oeufs d'insectes ou hyperparasites ;
- les *Ichneumonidae* parasitent les chenilles et les chrysalides. Leur taille est supérieur à celle du groupe précédent ;
- les *Braconidae*, parasites polyembryonnaires, parasitent surtout les chenilles.

La totalité du développement s'effectue dans l'hôte, soit sur le tégument, soit directement dans la chenille. Souvent le parasite est solitaire, il vit à l'intérieur ou à l'extérieur de la chenille, mais il n'est pas rare de voir plusieurs parasites dans le même hôte.

Dans la plupart des cas, les parasites sont spécifiques de quelques espèces d'hôtes.

Parmi les Hyménoptères, sont principalement rencontrées les espèces suivantes :

- les *Chalcidoidea* et les *Proctotrupoidea*, insectes de très petite taille, sont pour la plupart parasites des oeufs d'insectes ou hyperparasites ;
- les *Ichneumonidae* parasitent les chenilles et les chrysalides. Leur taille est supérieur à celle du groupe précédent ;
- les *Braconidae*, parasites polyembryonnaires, parasitent surtout les chenilles.

La totalité du développement s'effectue dans l'hôte, soit sur le tégument, soit directement dans la chenille. Souvent le parasite est solitaire, il vit à l'intérieur ou à l'extérieur de la chenille, mais il n'est pas rare de voir plusieurs parasites dans le même hôte.

Dans la plupart des cas, les parasites sont spécifiques de quelques espèces d'hôtes.

BOIREAU (1992) donne quelques recommandations pour maîtriser les parasites des chrysalides, valables autant pour le producteur des régions tropicales, que pour l'éleveur d'espèces exotiques en milieu tempéré.

Il est important que tous soient conscients du risque d'invasion d'un parasite tel que les Hyménoptères, dont la petitesse ne doit pas faire douter de ses capacités d'adaptation à des milieux très différents.

La présence de parasites dans une chrysalide peut être décelée par un examen soigné :

- examen de la surface de la chrysalide, et des soies du cocon. Elle permet de découvrir les pupes et nymphes des parasites qui se nymphosent à l'extérieur de la chrysalide ;

- par transparence, on distingue parfois la larve ou la nymphe d'un parasite installé à l'intérieur ;

- la tension anormalement faible de la cuticule intersegmentaire de l'abdomen témoigne de la liquéfaction des chairs ;

- le changement de couleur : coloration brunâtre anormale.

Avec une certaine expérience et une bonne connaissance de la biologie des espèces élevées, on peut remarquer que le développement nymphal est toujours plus long quand la chrysalide est parasitée. Il est donc important de noter les dates de mise en élevage.

En condition d'élevage intensif, toutes les chrysalides ne pouvant être observées, un échantillonnage peut être effectué, afin de mieux gérer le risque parasitaire.

Prédateurs :

En volière, le nombre de prédateurs est considérablement réduit, bien que certains animaux arrivent à franchir la barrière que représente la volière.

En condition moins intensive, l'élevage est menacé par de nombreux vertébrés et invertébrés.

Parmi les invertébrés, les mantes religieuses sont consommatrices de papillons, et ne laissent que les ailes, et de chenilles.

Certaines punaises sont également très friandes de chenilles.

Les fourmis s'attaquent plus généralement aux oeufs.

Quant aux araignées, elles représentent une menace à tous les stades.

Les petits mammifères rongeurs, rats, souris, musaraignes, hérissons sont les principaux prédateurs vertébrés.

Dans tous les cas, l'élevage des papillons dans des enceintes closes permet de réduire au maximum le nombre de parasites et surtout de prédateurs, et même d'en éliminer certains, comme les oiseaux. Dans la nature, 98 % des individus disparaissent avant le stade adulte. En volière, la mortalité est de 40 à 20 %.

3. L'INTÉGRATION DES FERMES D'ÉLEVAGE DE PAPILLONS DANS L'ÉCONOMIE RURALE ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les deux premières parties de cette synthèse nous ont présenté les Lépidoptères dans leur comportement et leur diversité, ainsi que les bases de leur élevage en zone tropicale.

L'objet de cette troisième partie est de discuter les fondements de cette activité en régions chaudes à travers deux thèmes.

Nous verrons qu'une bonne gestion de la production peut-être très bénéfique à la conservation de la forêt (faune et flore). Couplé à une législation qui vise à éliminer les intermédiaires du marché, les fonds dégagés par l'activité peuvent revenir à la protection du milieu naturel.

Nous serons donc amené à traiter les volets écologiques et économiques de l'élevage de papillons en zone tropicale à travers deux exemples.

3.1. Le marché mondial du papillon

3.1.1. Historique

Le marché tropical du papillon prend ses origines dans les premières explorations maritimes de l'Europe vers les différents continents. Dès le XVIII^e siècle, l'Europe commence à collectionner les Lépidoptères importés des colonies. La plus remarquable collection fut celle l'Anglais A.R. Wallace en 1865. Puis, durant toute la période victorienne, le Royaume-Uni rassemble de nombreuses et impressionnantes collections.

Lors des première et deuxième guerres mondiales, l'attention fut détournée, mais quelques collectionneurs persévèrent, en tirant profit de la position des armées pour obtenir quelques rares spécimens exotiques.

Il fallut attendre le début des années 50 pour que l'effervescence du marché reprenne, sous l'impulsion du Kisei Insect Collection Center de Puli (Taïwan). A la fin des années 60, le marché du papillon prenait une ampleur mondiale, avec pour flux principaux une offre asiatique (Malaisie, Chine, Taïwan) et une demande européenne et américaine.

3.1.2. Situation actuelle

Aujourd'hui, le marché mondial du papillon est estimé à 100 millions de U.S. Dollars par an (PARSONS, 1992). Mais sa valeur exacte reste inconnue. Certains auteurs annoncent des montants de 10 à 20 millions de Dollars par an, alors que d'autres accordent 20 à 30 millions pour le seul marché taïwanais. Nous considérerons alors que le chiffre de Parsons de 100 millions de Dollars n'est pas excessif, compte tenu du commerce parallèle indécélable.

Le marché du papillon est donc un marché à part entière avec ses cours et ses inflations, il est régi par la loi de l'offre et de la demande.

Comme le font remarquer Pyle et Hughes (1978, in PARSONS), ce marché a deux composantes :

- le marché spécialisé qui échange de faibles quantités à forte valeur. Ces productions de qualité sont destinées aux collectionneurs, musées, scientifiques etc... . C'est un secteur artisanal non standardisé.

- le marché décoratif, qui échangent d'importantes quantités de faible valeur. C'est le cas du marché Taïwanais, qui travaille à une échelle industrielle et transforme les papillons de qualités médiocres en objet décoratif destiné à un large public touristique (également le cas de la Corée, de Hong-Kong, du Brésil ...).

Depuis une dizaine d'années, une nouvelle catégorie est venue s'ajouter à ces deux dernières : l'exportation de papillons vivants vers l'Europe principalement. Avec la rapide progression des fermes de présentation de papillons vivants (FARPY, 1992), particulièrement au Royaume-Uni (GIRAULT, 1982), mais aussi en Australie (CROSBY, 1986), et en Suisse (DE COULON, 1991), la demande a fortement augmenté.

3.2. Préservation des espèces et des milieux naturels

En France et en Europe, le papillon est le symbole de la protection des milieux naturels.

Depuis plusieurs années, des espaces ont été protégés et des zones repeuplées afin de préserver les espèces.

Comme nous le rappelle J.C. ROBERT (1992), "la protection d'une espèce passe par celle de son milieu", car assurer la survie et le maintien d'un animal dans une zone géographique déterminée, c'est conserver un espace suffisant pour que son patrimoine génétique s'exprime pleinement.

Pour H. DESCIMON (1991), les papillons de jour les plus communs doivent avant tout être considérés comme des indicateurs de l'état des écosystèmes : "s'ils disparaissent, disparaissent aussi des espèces plus discrètes, mais non moins nécessaire aux équilibres biologiques".

L'ensemble de la communauté des pays développés admet un certain nombre de règles en matière de protection de la faune et de la flore (Convention de Washington, Annexe II de la CITES). Le conseil de l'Europe a également rédigé une charte concernant les invertébrés. Nous résumons ici en 8 points principaux l'intérêt du maintien de la population et de la protection des invertébrés (Conseil de l'Europe, 1992):

1. Les invertébrés représentent l'élément le plus important de la faune sauvage, tant comme nombre d'espèces, que comme biomasse
2. Ils constituent une importante source de nourriture pour les animaux
3. Ils peuvent également constituer une source d'alimentation des hommes
4. Ils jouent un rôle fondamental dans la formation et la fertilité des sols, dans la fécondation et la production de la grande majorité des plantes cultivées
5. Ils sont utiles pour la défense des cultures, des forêts et de l'élevage, de la santé animale et de la pureté des eaux
6. Les invertébrés sont des auxiliaires précieux pour la médecine, l'industrie et l'artisanat
7. Beaucoup d'invertébrés ont une grande valeur esthétique
8. Les hommes peuvent tirer un très grand profit d'une connaissance accrue des invertébrés

C'est pourquoi les invertébrés, et à fortiori les Lépidoptères parmi les plus menacés doivent être protégés contre les causes possibles de dommage, d'altération ou de destruction.

Or, la précarité de certains pays fait passer au second plan les préoccupations écologiques.

En zone tropicale, on peut se demander si il y a une antinomie absolue entre le développement économique et la sauvegarde des espèces et des milieux. On peut craindre en effet que la compétition internationale économique ne pousse à un épuisement des ressources disponibles des pays

en développement, et finalement à un effondrement des mécanismes régulateurs de la biosphère.

Concernant la population mondiale de papillons, on estime que la moitié d'entre eux est menacée par le développement humain. En Europe, un tiers des espèces sont menacées directement par la destruction de leur habitat. A Madagascar ou au Rwanda, plusieurs espèces sont sacrifiées par la déforestation. La perte n'est pas uniquement regrettable du point de vue de la diversité de la faune tropicale, c'est un maillon essentiel de la chaîne alimentaire qui disparaît dans ces écosystèmes très fragiles.

Après ce bref constat sur l'état du marché mondial des papillons et la menace écologique, nous allons mettre en évidence le rôle que peuvent jouer les élevages de papillons, et à quelles conditions.

3.3. Le rôle des fermes de papillons dans la protection de l'environnement de la zone tropicale

La principale menace qui pèse sur les papillons est la destruction de leur biotope sous l'action de l'homme : urbanisation, déforestation, surpâturage, intensification de l'agriculture, pollution atmosphérique etc... La participation de l'élevage à la protection des papillons peut prendre différentes formes. D'abord grâce à leur rôle éducatif, les élevages et les fermes de présentation sensibilisent le public sur les thèmes de protection. Ensuite l'observation rigoureuse des animaux durant tout leur cycle de développement permet d'approfondir les connaissances sur la biologie des insectes. Une collaboration avec les scientifiques est alors souhaitable, pour organiser et répertorier les nouvelles données et pour les utiliser ultérieurement dans la mise en oeuvre de programmes de protection efficaces.

La maîtrise des élevages permet d'envisager la sauvegarde des espèces par la diminution des captures et par d'éventuelles réintroductions (EMMEL et GARRAWAY, 1990). Avec un risque de mortalité très faible en élevage, les générations se multiplient rapidement, ainsi les populations augmentent considérablement.

En effet, l'élevage de papillons se conforme tout à fait à la protection de la biodiversité des écosystèmes forestiers humides en s'intégrant parfaitement au milieu.

La pression démographique a poussé la population à déforester pour libérer des terres cultivables. L'élevage de papillons peut inverser cette tendance, puisqu'il a besoin de l'environnement forestier pour se développer.

Le papillon et d'autres insectes fournissent un bon exemple de ressources utilisables, bien qu'ils ne rentrent pas dans la catégorie des besoins primaires: nourriture, énergie et habitat.

Alors qu'il est inconcevable d'espérer des populations rurales des pays en développement qu'elles protègent leur forêt par souci écologique, on peut plus facilement concevoir que la protection de la forêt se fasse à travers une production rentable qui ne nécessite pas de déboisement.

3.4. L'intégration des élevages de papillons dans le développement économique.

En 1983, Morris (in PARSONS, 1992) écrit que même si le "Butterfly Farming" ne pèsera jamais lourdement dans l'économie nationale (en Papouasie Nouvelle-Guinée), il a un rôle rémunérateur et diversificateur pour le village.

Particulièrement là où les activités agricoles sont difficiles à mettre en place (érosion, relief, défrichage trop coûteux ...), la production de papillons peut tout à fait s'y adapter.

En effet, les surfaces impropres à la culture peuvent parfois être exploitées à moindre coût par ce bétail original.

Dans la plupart des fermes, le schéma 2 présenté en page 16 n'est pas strictement suivi. Les fermes sont parfois indistingable de la végétation secondaire. Même si des fermes plus organisées baissent le risque sanitaire et maîtrisent mieux leur élevage, chaque mode d'exploitation présente ses avantages et inconvénients.

Les coûts d'investissements sont donc nuls ou très peu élevés. Les connaissances requises sur les comportements des papillons font partie de la culture des populations forestières, qui vivent près de leur faune et de leur flore.

Elever des papillons est un commerce fructueux et accessible, qui peut venir compléter les revenus agricoles, plus ou moins lourdement suivant le mode de production exploité.

Afin de débattre plus concrètement de l'impact des élevages de papillons sur l'environnement et l'économie rurale, nous traiterons deux exemples : Taïwan et la Papouasie Nouvelle-Guinée.

3.5. Deux cas concrets de filière Papillon

3.5.1. La filière Papillon à Taïwan

Taïwan s'étend à 145 km du continent chinois. Cette île de 3.600 km² est pour moitié couverte de montagnes abruptes, dont le point culminant est 3.950 mètres.

10.000 espèces d'insectes vivent dans ces forêts humides. 400 espèces de Lépidoptères sont présentes, dont 40 endémiques.

Taïwan est réputée pour son industrie de papillons, qui exporte de nombreux spécimens de collection, et de l'artisanat fabriqué à partir des ailes. L'industrie du papillon est approvisionnée presque entièrement par la capture, soit 50 millions de spécimens par an. Plusieurs centaines de spécimens peuvent être capturés par jour par un bon collecteur.

A Taïwan, on fait souvent l'amalgame entre filière et élevage proprement dit. En fait, le nombre d'espèces élevées est très restreint. C'est le cas pour *Attacus atlas*, et quelques *Papilio* rares au Sud-Est de l'île : les larves sont élevées sur des arbres fruitiers, et les chrysalides éclosent en nurserie ; quelques adultes sont gardés pour féconder les femelles attachées aux arbres (HUTTON, 1984).

Une telle organisation peut présenter une menace significative, puisque l'approvisionnement est basé sur la capture, bien que les collecteurs n'aient pas encore de difficultés à subvenir à leurs besoins en papillons. La plus sérieuse des menaces est indirecte, par la destruction de l'habitat et la détérioration de l'environnement par la pollution. Les autorités taïwanaises estiment que sur 400 espèces de papillons, une centaine ne sont pas menacées, par contre 300 autres nécessiteraient des aménagements (MARSHALL, 1982).

Or, les papillons n'entrent pas dans le cadre de la protection des animaux de la République de Chine et aucun ministère ne s'est penché sur le problème de la protection des papillons.

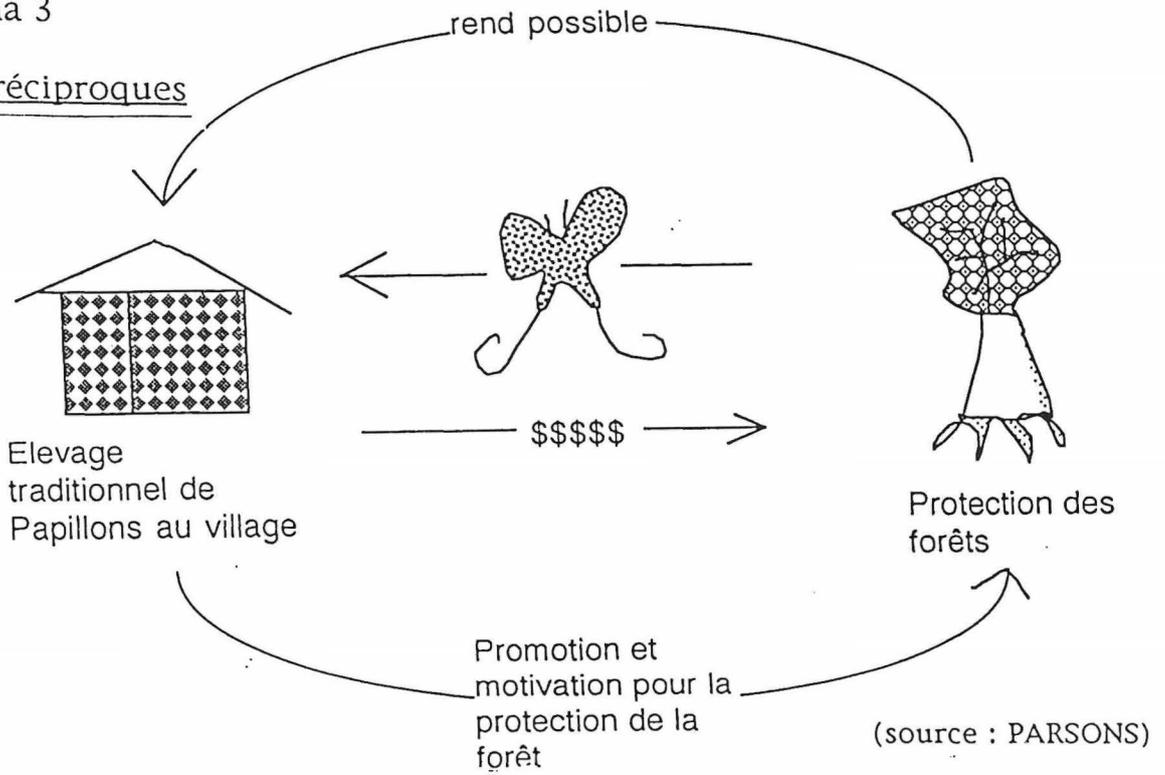
3.5.2. La filière Papillon en Papouasie Nouvelle-Guinée

La Papouasie Nouvelle-Guinée prend au sérieux la protection de sa faune, et d'autant plus de ses insectes, puisque depuis une dizaine d'années, elle développe une politique novatrice en matière d'environnement, par le biais des élevages de papillons.

En 1978, le gouvernement met fin au trafic de papillons en créant l'IFTA, Insect Farming and Trading Agency, chargée de vulgariser leur élevage auprès des paysans. L'objectif de cette institution est d'une part d'apporter un revenu supplémentaire au village, lequel contribuera à la protection de la forêt d'autre part, puisque la forêt leur permet de réaliser leur élevage de papillons (schéma 3).

shéma 3

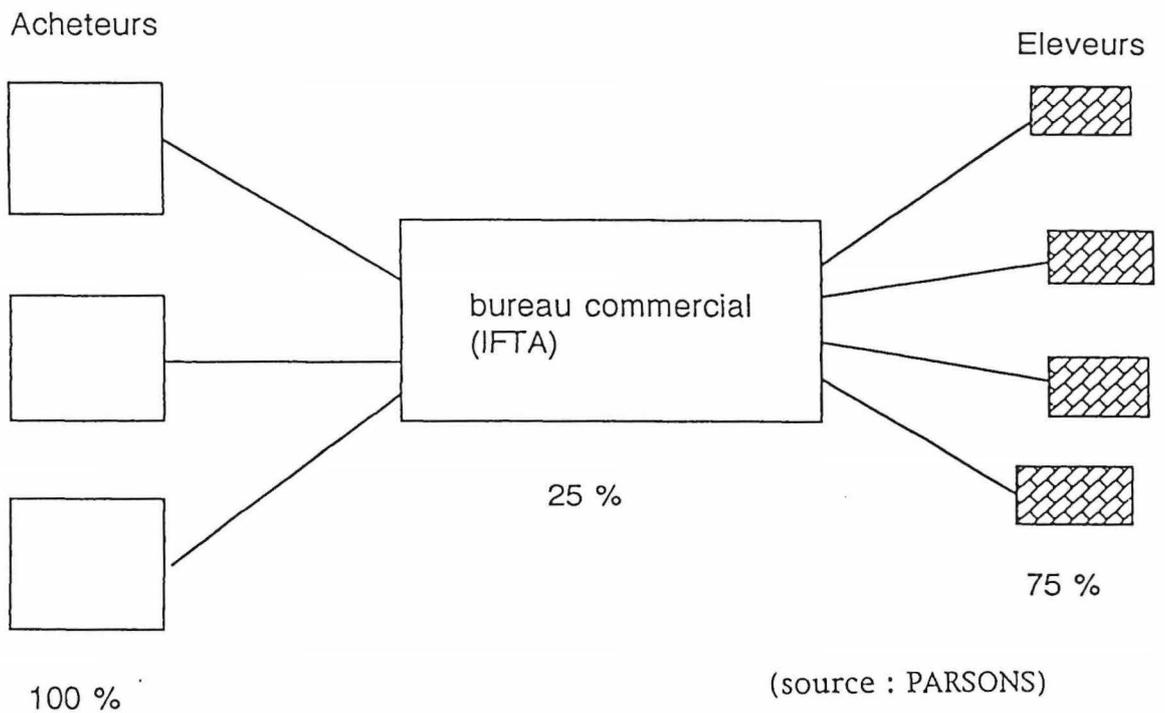
Des intérêts réciproques



Les unités de production sont petites et l'activité reste très artisanale. Elle est entièrement chapeautée par l'IFTA (contrôle de la récolte, suivi technique, labels...), qui gère également les ventes et les paiements à l'agriculteur. L'IFTA perçoit 25 % du prix de vente pour son fonctionnement (shéma 4).

shéma 4

Rémunération des éleveurs



En une quinzaine d'années, 500 fermes de papillons se sont installées dans les dix provinces de la Papouasie Nouvelle-Guinée, leur production approvisionne le monde entier.

L'IFTA représente un lien essentiel entre les producteurs et les acheteurs étrangers. En plus du contrôle de la qualité et de l'appui scientifique, elle permet la stabilité des prix.

Nous venons d'exposer deux modes d'exploitation des Lépidoptères bien différents.

Alors que la Papouasie Nouvelle-Guinée a tenté et réussi à améliorer l'économie rurale par un élevage stable de papillons qui permet l'entretien des forêts, Taïwan subit les effets pervers d'un système désorganisé : espèces en voie de disparition, destruction du milieu, affluence et influence d'intermédiaires commerciaux.

Ces deux exemples démontrent bien que la valorisation d'une telle activité pour être profitable aux pays en voie de développement nécessite un organisme de soutien, où la production est gérée dans son ensemble.

CONCLUSION

La zone tropicale par la diversité et l'originalité de son entomofaune, constitue un fournisseur de chrysalides et d'imagos de premier choix pour les collectionneurs, les chercheurs et les serres de présentation, de plus en plus nombreuses.

Les élevages, tels qu'ils sont pratiqués dans certains pays ne semblent pas mettre en danger les populations sauvages de papillons, lorsque les prélèvements des élevages extensifs ou semi-extensifs sont effectués avec modération et dans le souci de préserver les espèces.

En effet, la surcollecte est une menace bien mineure à côté du réel danger que représente la destruction du biotope.

Avec l'ampleur que prend le marché du papillon, il est temps de renseigner les populations potentiellement productrices sur les techniques et la philosophie de l'élevage des papillons, afin qu'ils abandonnent la collecte sauvage.

En démontrant le gain financier de cette activité, les papillons seront considérés comme ressource renouvelable, ce qui amènera les populations à protéger leur environnement.

L'élevage de papillons permet au paysan de participer à petite échelle au P.N.B. de son pays sans bouleverser l'organisation de l'exploitation villageoise. Indirectement, l'activité sera profitable à d'autres secteurs (le tourisme, l'agro-foresterie, etc).

La crédibilité et la viabilité des élevages de papillons dépendent de l'organisation des projets mis en place, et de la coopération entre les gouvernements et les milieux villageois traditionnels. On peut alors s'attendre à un fort développement de cette production animale.

BIBLIOGRAPHIE

ADES (D.), LEMAITRE (R.). Elevage d'un Lasiocampidae du Congo *Pachypasa imitans* AURIVILLIUS .
Revue Insectes. 1982, 87 : 16.

ALBANO (P.O.). Un élevage d'Antherina suraka BOISDUVAL
(*Lepidoptera, Attacidae*).
Revue Insectes. 1992, 87 : 15-16.

BARLANT (M.). Butterflies of Trinidad et Tobago.
London. Collins. 1970. 273 p.

BOIREAU (P.). Note sur la polyphagie d'Attacus atlas L.
(*Lepidoptera, Attacidae*).
Revue Imago. 1990, 40 : 27-30.

BOIREAU (P.). Maîtrisez les parasites de vos chrysalides.
Revue Insectes. 1992, 84 : 16-17.

CROSBY (D.F.). New Australian Butterfly House .
Revue Antenna. London. 1986. 10 , 4 : 173-174.

CONSEIL DE L'EUROPE. Charte sur les invertébrés.
Revue Insectes. 1990, 77 : 11-14.

D'ABRERA (B.). Butterfly from the Neotropical region.
Victoria. Hill House.

Part I (*Papilionidae, Pieridae*), 1981

Part II (*Danaidae, Ithomiidae, Heliconiidae, Morphidae*), 1984

Part III (*Brassolidae, Acracidae, Nymphalidae*), 1987

Part IV (*Nymphalidae*), 1987

Part V (*Nymphalidae, Libytheidae, Satyridae*), 1988

D'ABRERA (B.). Butterfly of the Oriental region.
Victoria. Hill House.

Part I (*Papilionidae, Pieridae, Danaidae*), 1982

Part II (*Nymphalidae, Satyridae, Amathusidae*), 1985

Part III (*Lycaneidae, Riodinidae*), 1989

D'ABRERA (B.). Butterfly of the Afrotropical region.
Victoria Hill House. 1980.

DE COULON (T.). Papiliorama de Marin, élevage de papillons et protection de la nature en Suisse
Revue Insectes. 1991. 81 : 19-21.

DELESALLE (T.). L'élevage de papillons à Madagascar.
Mémoire de fin d'études ISTOM. 1993. 78p.

DELVARE (G.), ABERLENC (H.P.). Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale
Clés pour la reconnaissance des familles.
Montpellier. CIRAD-GERDAT. 1989. 299 p.

DENIS (J.R.), BITSCH (J.). Morphologie de la tête des insectes. Ordre des Lépidoptères.
In : sous la direction de P.-P. GRASSE. Traité de zoologie. Anatomie, systématique, biologie. T.8. Fasc. 1- Insectes : tête, aile, vol. Paris. Masson. 1973. p. 436-463.

DESCIMON (H.). Pourquoi y a-t-il moins de papillons aujourd'hui ?
Revue Insectes. 1990. 77 : 6-10.

EMMEL (T.C.), GARRAWAY (E.). Ecology and conservation biology of the *Homerus* swallowtail in Jamaica (Lepidoptera, Papilionidae).
Gainesville. Tropical Lepidoptera. 1990. 1, 2 : 63-75.

FARPY (C.). New zoos, taking down the bars.
Revue National Geographic. Washington. 1993. 184 : 1. p. 2-37.

FERRON (P.). Vivre avec les insectes.
Evreux. Flammarion. 1993. 127 p.

GIRAULT (N.). Elevage de papillons tropicaux en Ecosse.
Revue Imago. 1988. 32 : 6-7.

GIRET (M.), COUILLOUD (R.). Effet de la température sur le stade nymphal d' *Heliotis armigera* Hübn : technique de conservation par arrêt de développement à 15 °C.

Revue Coton et fibres tropicales, 1982. 37 : 271-276.

GRASSE (P.P.). Les rapports mutuels entre fleurs et insectes.

Les Lépidoptères. Traité de zoologie. Anatomie, systématique, biologie. T.8. Fasc. 4. Insectes : splanchnologie, vie aquatique, phonation, rapports avec les plantes. Paris. Masson. 1976. pp. 719-727.

GUILBOT (R.). Elevage de papillons, de leurs oeufs, chenilles et chrysalides (indigènes et exotiques).

Paris. Boubée. 1982. 163 p.

GUILBOT (R.). Comment élever *Eudia pavonia* Linné ?

Revue Insectes. 1988. 68 : 10-11.

GUYOT (H.), VUATTOUX (R.). L'élevage des papillons du genre *Haylophora* .

Revue Insectes. 1992. 87 : 13-14.

HIGGINS (L.), HARVER GREAVES (B.), LHONDRE (J.). Guide complet des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord.

Paris. Delachaux et Niestlé. 1991. 270 p.

HUTTON (A.F.). Butterfly farming in Papua New Guinea.

London. Oryx. 1985. 19 : 158-166.

MARSHALL (A.G.). The butterfly industry in Taiwan.

Revue Antenna. London. 1982. 6, 2 : 203-204.

MERY (B.). Notes d'élevage. Comment recoller les oeufs de papillons?.

Revue Imago. 1989. 37 : 13-14.

NATIONAL ACADEMY COUNCIL OF SCIENCES. Butterfly farming in Papua New Guinea .

National Research Council. Washington D.C. National Academy Press. 1983. 34 p.

OLIVIER (A.). La lutte intégrée au coeur des enjeux de l'agriculture moderne

Revue Insectes. 1988. 68 : 15-16.

PARSONS (J.M.). Butterfly farming and conservation in the indo-australian region.

Revue Tropical Lepidoptera. Gainesville. 1992. 3 : supp.1, 3-27.

RACCAUD-SCHOELLER (J.). Les insectes : physiologie, développement.

PARIS. Masson. 1980. 295 p.

ROBERT (J.C.). Le papillon, symbole de la protection du milieu naturel.

Revue Insectes. 1990. 76 : 2-6.

ROBERT (P.A.). Les insectes II

Paris. Delachaux et Niestlé. 4ème édition. 1974. 302 p.

SEGUY (E.). L'aile des insectes

In : sous la direction de P.P. Grassé. Traité de zoologie. Anatomie, systématique, biologie. T.8. Fasc. 1 - Insectes : tête, aile, vol. Paris. Masson. 1973. pp. 595-702.

UK'S NEW RESEARCH INSTITUTE. The role of entomology in overseas development

Revue Antenna. London. 1984. 8, 4 : 196-199.

VUATTOUX (R.). Argema mimosae BOISDUVAL
(Lepidoptera, Attacidae)

Revue Imago. 1989. 37 : 19-21.