

## INFLUENCE DE LA PLUVIOMÉTRIE ET DE LA MISE EN PLACE DU BARRAGE DE PETIT SAUT (GUYANE FRANÇAISE) SUR LA RÉPARTITION DES LÉPIDOPTÈRES *SPHINGIDAE*

P. CERDAN<sup>1</sup>, R. VIGOUROUX<sup>1</sup>, V. HOREAU<sup>1</sup> & S. RICHARD<sup>1</sup>

### SUMMARY

The family Sphingidae has an important potential as bio-indicators given the 118 species so far enumerated in French Guiana. For instance, more than 25,000 individuals from 104 species have been captured during 90 monthly censuses between January 1990 and October 1997 in the region of Petit Saut, a low-altitude primary forest. Among these species, seven are considered as uncommon on the site of Petit Saut. Therefore, *ca* 50 % of the species with a sufficient number of individuals for the analysis ( $n = 30$ ) display particular characteristics: the probability of occurrence differs significantly between months for 14.5 % of them, and for the majority of the species of this family seasonal variations in populations abundances are not linked to rainfall, which is usually the most important ecological factor in this environment, temperature being constant in Guianan forest. These fluctuations are therefore due to other factors. The filling of the dam reservoir affected about a third of the species. Adaptations to variations in environmental conditions are not identical across all species. Certain species were not affected by environmental modifications while others grew up taking advantage of these changes and colonized new biotopes, and others decreased.

### RÉSUMÉ

La famille des Sphingidés a des capacités bio-indicatrices très performantes compte tenu des 118 espèces connues en Guyane française. Par exemple, plus de 25 000 individus appartenant à 104 espèces ont été capturés lors des 90 piégeages mensuels effectués entre janvier 1990 et octobre 1997 dans une zone de forêt primaire de basse altitude dans la région de Petit Saut. Parmi ces espèces, sept peuvent être considérées comme rares sur le site du barrage de Petit Saut. Par ailleurs, près de la moitié des espèces ayant un nombre suffisant d'individus pour les analyses ( $n = 30$ ), présentent un comportement particulier : 14,5 % ont une probabilité d'apparition différente d'un mois à l'autre et pour la plupart des espèces de cette famille, les variations saisonnières observées dans les effectifs ne sont pas liées à la pluviométrie qui est le facteur prépondérant de cet environnement, la température restant constante tout au long de l'année en forêt guyanaise. D'autres facteurs sont à l'origine de cette fluctuation. On peut observer que, selon les espèces, les adaptations aux variations des conditions environnementales ne sont pas identiques. En effet, de nombreuses espèces ne sont pas influencées par ces modifications du milieu tandis que près d'un tiers des espèces sont affectées dans leur apparition par la mise en eau du barrage de Petit Saut. Certaines espèces se sont développées en mettant à profit ces changements et en colonisant de nouveaux biotopes, d'autres voyant leurs effectifs diminuer.

---

<sup>1</sup> Laboratoire Environnement de Petit Saut, HYDRECO, BP 823, 97388 Kourou cedex, Guyane.  
Email : [hydreco-labops@wanadoo.fr](mailto:hydreco-labops@wanadoo.fr)

## INTRODUCTION

Avec 118 espèces recensées en Guyane française (Cadiou, 1985 ; Haxaire, 1990, 1992, 1993a, 1993b, 1994, 1996 ; Haxaire & Rasplus, 1986, 1987 ; Cerdan, 1992 ; Cerdan *et al.*, 1993 ; Kitching *et al.*, 2000), les Sphingidés forment une petite famille assez bien connue au sein de l'imposante diversité des lépidoptères hétérocères néotropicaux. On peut les considérer comme indicateurs biologiques de l'originalité des milieux car on connaît des espèces caractéristiques de forêt primaire de basse altitude, des espèces de zones anthropiques et dégradées, enfin des espèces de savanes du littoral. Dans le cadre des études réalisées avant la mise en place du barrage hydroélectrique de Petit Saut, un premier travail sur la famille des Sphingidés (Cerdan, 1992) montre que peu d'espèces sont saisonnières, c'est-à-dire caractéristiques de saison sèche ou humide, ou ont un rythme propre, c'est-à-dire qu'elles apparaissent régulièrement tous les 2 ou 3 mois indépendamment des facteurs climatiques. Ces résultats, issus de travaux menés durant deux cycles annuels, nécessitaient d'être complétés. La dynamique des populations de Sphingidés a donc été suivie sur le site de Petit Saut pendant 8 ans. L'inondation de près de 365 kilomètres carrés de forêt en amont du barrage (Huynh *et al.*, 1995) a provoqué de fortes modifications du milieu entraînant la formation d'îles et d'îlots : plus de 1 050 km de nouvelles berges (linéaires des îlots non compris) au lieu des 470 km de berges du Sinnamary et de ses affluents inclus dans l'actuelle zone inondée (Sissakian, 1992), entraînant aussi la disparition des formations ripicoles qui se sont retrouvées sous l'eau. Les chenilles et les adultes de certaines espèces de Sphingidés étant sélectives dans leur alimentation, des bouleversements devraient être observés dans les populations de cette famille. En effet, le rôle de ces insectes dans la pollinisation des fleurs est souvent considéré comme aussi important que celui des chauves-souris (Eisikowitch & Gallil, 1971 ; Kislev *et al.*, 1972 ; Linhart & Mendenhall, 1977 ; Miller, 1981 ; Haber & Frankie, 1989). Après la mise en eau du barrage de Petit Saut, nous souhaitions analyser les variations du peuplement de Sphingidés en relation avec la disparition de certaines espèces végétales et les différentes modifications liées à l'insularité.

L'objectif de ce travail est donc de connaître l'impact du barrage sur les différentes populations de Sphingidés et de savoir si les phénomènes d'insularité jouent un rôle important dans cette famille comprenant de nombreuses espèces robustes, adaptées au vol, pouvant se déplacer sur plusieurs kilomètres contrairement à d'autres espèces de lépidoptères dont les déplacements ne dépassent pas quelques centaines de mètres (Cerdan & Benelux, 1999). Dans ce contexte, il nous fallait connaître les variations saisonnières des populations de Sphingidés afin d'identifier l'effet inondation créé par les eaux du barrage. Nous avons donc déterminé les espèces qui possèdent un rythme propre et indépendant et les espèces qui sont caractéristiques de saison sèche ou humide.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Une station forestière accessible par un layon et située à quelques centaines de mètres du site du barrage de Petit Saut a été choisie pour ce suivi. Avant la mise en eau, cette station était caractéristique d'une zone de forêt primaire de basse altitude typique de la grande majorité de la forêt guyanaise comme la piste de

Coralie ou Mont la Fumée près de Saül (Cerdan, 1992). Sous cette apparente homogénéité, il existe de nombreux biotopes particuliers où la richesse spécifique est plus ou moins importante (Cerdan *et al.*, 1993 ; Cerdan & Benelux 1999), celle des plantes étant similaire à celle du bassin de la Comté ou de la Mana (Hoff, 1994 ; 1995).

Sur Petit Saut, comme c'est le cas général en Guyane, les précipitations annuelles peuvent varier entre 2 et 4 mètres. Pour analyser la phénologie des espèces, nous avons travaillé sur les moyennes pluviométriques journalières des 28 jours précédant le piégeage.

La méthode de capture par piégeage lumineux a été retenue car elle permet de récolter rapidement 80 % des espèces de Sphingidés (Haxaire, 1992). Une, deux ou trois nuits consécutives de piégeage ont été réalisées mensuellement de janvier 1990 à octobre 1997, soit 90 séries de piégeages. Pour une meilleure efficacité, toutes les séries de piégeages ont été effectuées lors de la nouvelle lune car la lumière lunaire diminue le rendement des captures.

Un drap blanc est tendu à l'aide d'une armature en bois. Une lampe de forte puissance (700 watts), nommée « lampe d'appel », est placée en hauteur et fixée à l'armature. Deux lampes de plus faibles intensités (125 et 250 watts), dites « lampes de rappel », sont disposées de part et d'autre du drap. Les insectes, attirés par la lumière, se posent sur le drap blanc ou à proximité. Leur collecte se fait régulièrement durant le piégeage qui s'effectue de 18 h à 7 h. Tous les individus sont alors marqués (entaille sur l'extrémité d'une aile) ou collectés, identifiés à l'espèce, puis comptabilisés. Les individus de petite taille sont sacrifiés en utilisant des bocaux à cyanure, ceux de grande taille par injection d'ammoniaque.

Seules les espèces communes sont prises en compte dans l'analyse, c'est-à-dire celles dont le nombre total d'individus observés est supérieur à 30 (Tab. I). Les résultats sont exprimés en nombre moyen d'individus capturés par nuit de piégeage. Pour connaître les espèces à rythmicité propre, nous avons effectué une analyse de variance (ANOVA) à un seul facteur (temps) en utilisant uniquement les quatre premières années (1990-1993). Ce test permet de savoir si la probabilité d'apparition d'une espèce est identique d'un mois à l'autre. Une valeur du test dépassant les limites théoriques fixées dans les tables (test significatif) correspond à un nombre moyen d'individus par nuit différant d'une série de piégeages à une autre. Le test de corrélation de Pearson est utilisé pour caractériser les espèces de saison sèche et celles de saison des pluies. Dans les cas où la valeur du test est supérieure à la valeur théorique, la caractérisation est indiquée par le signe du coefficient : un test positif correspond à une espèce qui apparaît plutôt en saison des pluies; s'il est négatif l'espèce est plutôt présente en saison sèche. Une analyse de variance à deux facteurs (effet barrage et effet temps) est effectuée pour évaluer l'impact du barrage. Les données concernant la période janvier 1990 – décembre 1993 sont confrontées à celles de la période mai 1994 – octobre 1997. La période janvier – avril 1994 a été enlevée car elle correspond à la montée des eaux du lac, moment intermédiaire entre la phase avant et la phase après inondation. Début mai 1994, la retenue atteignait sa limite amont actuelle (Takari Tanté), la cote du lac étant à 26 m marquant le début de la phase après inondation. Chaque groupe avant/après compte donc respectivement 46 et 40 séries de piégeages. Si la valeur du test est supérieure à la valeur théorique, cela montre que l'espèce en question voit sa probabilité d'apparition influencée par la mise en eau du barrage. Toutes les analyses sont réalisées à l'aide du logiciel STATVIEW 4.11.

## TABLEAU I

Espèces récoltées sur le site de Petit Saut et espèces communes (\*) utilisées pour les analyses (nombre total d'individus > 30).

### Sphinginae : Sphingini

- \* *Agrius cingulata* (Fabricius, 1775)
- \* *Neococytius cluentius* (Cramer, 1775)
- Cocytius beelzebuth* (Boisduval, [1875])
- \* *Cocytius duponchel* (Poey, 1832)
- Cocytius antaeus* (Drury, 1773)
- \* *Cocytius lucifer* Roths. & Jordan, 1903
- \* *Amphimoea walkeri* (Boisduval, [1875])
- \* *Manduca sexta paphus* (Cramer, 1779)
- \* *Manduca diffissa tropicalis* (Roths. & Jordan, 1903)
- Manduca hannibal hannibal* (Cramer, 1779)
- \* *Manduca lucetius* (Roths. & Jordan, 1903)
- Manduca prestoni* (Gehlen, 1926)
- \* *Manduca lefeburii* (Guerin-Ménéville, [1844])
- \* *Manduca rustica rustica* (Fabricius, 1775)
- \* *Manduca albiplaga* (Walker, 1856)
- Manduca leucospila* (Roths. & Jordan, 1903)
- Manduca dalica dalica* (Kirby, 1877)
- \* *Manduca florestan* (Cramer, 1782)
- Manduca vestalis* (Jordan, 1917)
- Manduca brunalba* (B. P. Clark, 1929)

### Smerinthini

- \* *Protambulyx eurycles* (Herrich-Schaeffer, [1854])
- \* *Protambulyx goeldii* Roths. & Jordan, 1903
- \* *Protambulyx strigilis* (Linnaeus, 1771)
- \* *Adhemarius gannascus gannascus* (Stoll, 1790)
- \* *Adhemarius ypsilon* (Roths. & Jordan, 1903)
- \* *Adhemarius palmeri* (Boisduval, [1875])
- \* *Adhemarius gagarini* (Zikán, 1935)

### Macroglossinae : Dilophonotini

- \* *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus, 1771)
- \* *Isognathus leachii* (Swainson, 1823)
- \* *Isognathus swainsonii* C. Felder, 1862
- \* *Isognathus scyron* (Cramer, 1780)
- Isognathus menechus* (Boisduval, [1875])
- \* *Isognathus occidentalis* Clark, 1929
- \* *Isognathus excelsior* (Boisduval, [1875])
- Isognathus caricae* (Linnaeus, 1758)
- \* *Erinnyis alope alope* (Drury, 1773)
- \* *Erinnyis lassauxii* (Boisduval, 1859)
- \* *Erinnyis ello ello* (Linnaeus, 1758)
- \* *Erinnyis oenotrus* (Cramer, 1780)
- Erinnyis crameri* (Schaus, 1898)
- \* *Erinnyis obscura obscura* (Fabricius, 1775)
- Erinnyis domingonis* (Butler, 1875)
- \* *Phryxus caicus* (Cramer, 1777)
- \* *Pachylia ficus* (Linnaeus, 1758)
- Pachylia syces syces* (Hübner, [1819])
- \* *Pachylia darceta* Druce, 1881
- \* *Pachylioides resumens* (Walker, 1856)
- Oryba kadeni* (Schaufuss, 1870)
- \* *Oryba achemenides* (Cramer, 1779)

*Hemeroplanes triptolemus* (Cramer, 1779)  
*Hemeroplanes ornatus* Rothschild, 1894  
*Madoryx oiclus oiclus* (Cramer, 1780)  
*Madoryx plutonius plutonius* (Hübner, [1819])  
*Madoryx bubastus bubastus* (Cramer, 1777)  
\* *Callionima nomius* (Walker, 1856)  
\* *Callionima pan pan* (Cramer, 1779)  
\* *Callionima parce* (Fabricius, 1775)  
*Callionima inuus* (Roths. & Jordan, 1903)  
*Aleuron carinata* (Walker, 1856)  
*Aleuron chloroptera* (Perty, [1833])  
*Aleuron iphis* (Walker, 1856)  
*Aleuron neglectum* Roths. & Jordan, 1903  
*Unzela japix japix* (Cramer, 1776)  
\* *Enyo lugubris lugubris* (Linnaeus, 1771)  
\* *Enyo ocypete* (Linnaeus, 1758)  
*Enyo gorgon* (Cramer, 1777)  
*Enyo cavifer* (Roths. & Jordan, 1903)  
*Pachygonidia caliginosa* (Boisduval, 1870)  
*Nyceryx coffaeae* (Walker, 1856)  
*Nyceryx riscus* (Schaus, 1890)  
*Nyceryx stuarti* (Rothschild, 1894)  
*Perigonia pallida* (Roths. & Jordan, 1903)  
*Perigonia stulta* Herrich-Schäffer, [1854]  
\* *Perigonia lusca* (Fabricius, 1777)  
*Eupyrroglossum sagra* (Poey, 1832)  
*Aellopos titan titan* (Cramer, 1777)  
*Aellopos fadus* (Cramer, 1775)

### Philampelini

\* *Eumorpha anchemolus* (Cramer, 1779)  
\* *Eumorpha satellitia licaon* (Cramer, 1775)  
\* *Eumorpha fasciatus fasciatus* (Sulzer, 1776)  
*Eumorpha vitis vitis* (Linnaeus, 1758)  
*Eumorpha megaeacus* (Hübner, [1819])  
\* *Eumorpha obliquus obliquus* (Roths. & Jordan, 1903)  
\* *Eumorpha phorbis* (Cramer, 1775)  
\* *Eumorpha capronnieri* (Boisduval, [1875])  
*Eumorpha labruscae labruscae* (Linnaeus, 1758)

### Macroglossini

*Xylophanes pluto* (Fabricius, 1777)  
*Xylophanes tyndarus* (Boisduval, [1875])  
*Xylophanes pistacina* (Boisduval, [1875])  
*Xylophanes porcus continentalis* Roths. & Jordan, 1903  
*Xylophanes fusimacula* (R. Felder, 1874)  
*Xylophanes guianensis* (Rothschild, 1894)  
*Xylophanes ceratomioides* (Grote & Robinson, 1867)  
\* *Xylophanes anubus* (Cramer, 1777)  
\* *Xylophanes amadis* (Stoll, 1782)  
\* *Xylophanes epaphus* (Boisduval, [1875])  
\* *Xylophanes chiron nechus* (Cramer, 1777)  
*Xylophanes titana* (Druce, 1878)  
\* *Xylophanes tersa tersa* (Linnaeus, 1771)  
*Xylophanes elara* (Druce, 1878)  
\* *Xylophanes loelia* (Druce, 1878)  
\* *Xylophanes neoptolemus* (Cramer, 1782)  
\* *Xylophanes thyelia* (Linnaeus, 1758)  
*Xylophanes haxairei* Cadiou, 1985  
*Hyles livornica* (Esper, 1780)

## RÉSULTATS

De janvier 1990 à octobre 1997, 25 514 individus appartenant à 104 espèces de Sphingidés – soit 88 % des espèces connues en Guyane – ont été capturés sur le site du barrage de Petit Saut. Comme dans beaucoup d'autres domaines, de longues séries chronologiques de données constituent un atout considérable dans l'approfondissement des connaissances biologiques. Soixante-quinze séries de piégeages ont été nécessaires pour récolter l'ensemble des 104 espèces de Sphingidés présentes sur le site (Fig. 1). Près de 93 % ont été récoltées en 46 séries de piégeages (correspondant à la période d'avant mise en eau du barrage). Les espèces récoltées entre les 46<sup>e</sup> et 75<sup>e</sup> séries de piégeages (7 %) peuvent être considérées comme rares sur ce site. Par ailleurs, *Xylophanes pluto* n'a été capturé qu'en mars 1998, soit cinq mois après la fin de cette étude.

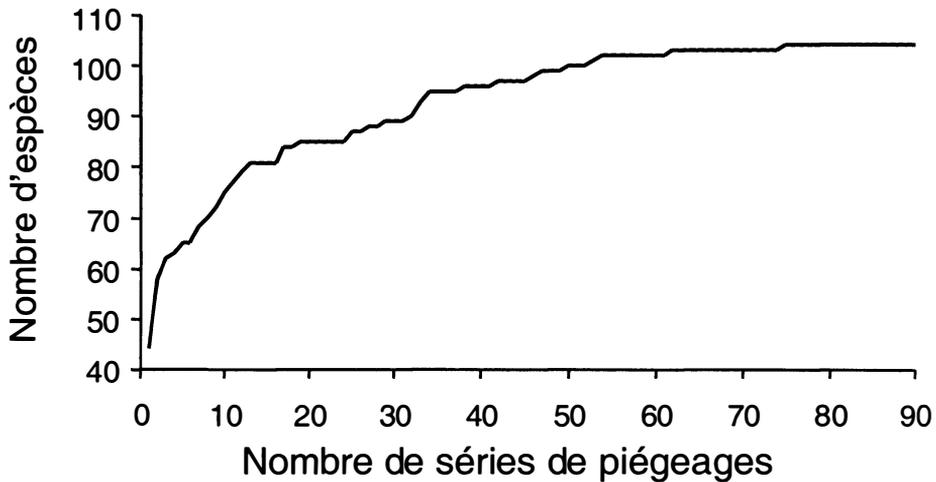


Figure 1. — Nombre d'espèces cumulées de Sphingidés (n = 104) recensées sur le site de Petit Saut en fonction du nombre de séries de piégeages réalisées entre janvier 1990 et octobre 1997.

Cinquante-cinq espèces communes sont retenues pour les analyses. L'analyse de variance sur le facteur temporel portant sur les espèces dont le nombre total d'individus capturés est supérieur à 30 (Tab. II), montre que 8 espèces de sphinx sur 55 (14,5 %) ont un nombre moyen d'individus par nuit différent d'un mois à l'autre au seuil de  $\alpha = 0,05$  (Tab. III). Ces espèces présentent donc une rythmicité d'apparition qui leur est propre. Le test de corrélation de Pearson effectué sur les effectifs de sphinx et les précipitations (Tab. IV) indique que la capture de sept espèces de sphinx est fortement influencée par les saisons. Trois d'entre elles sont plutôt caractéristiques de saison des pluies, les 4 autres de saison sèche. L'analyse de variance à deux facteurs indique que 17 espèces de Sphingidés sont affectées dans leur apparition par la mise en eau du barrage qui induit une augmentation ou une diminution des effectifs de certaines espèces (Tab. V). Pour *Eumorphia phorbis*, cette augmentation de 55 % semble être induite par le facteur hydrique

TABLEAU II

Caractéristiques des 55 espèces retenues pour les analyses.  
 (Nt=nombre total d'individus capturés; Max=nombre maximal d'individus capturés  
 en un seul piégeage; Nm=nombre moyen d'individus capturés par piégeage;  
 Es=erreur standard; Nr=nombre de pièges où l'espèce a été capturée)

Ss Famille Tribu Genre et espèce	Nt	Max	Nm	Es	Nr
<b>Sphinginae</b>					
<b>Sphingini</b>					
<i>A. cingulata</i>	749	586	4,17	2,18	31
<i>N. cluentius</i>	361	44	3,16	0,35	64
<i>C. duponchel</i>	869	68	5,33	0,51	81
<i>C. lucifer</i>	61	9	1,27	0,06	28
<i>A. walkeri</i>	424	34	3,12	0,25	71
<i>M. s. paphus</i>	39	7	1,20	0,06	21
<i>M. d. tropicalis</i>	169	33	1,85	0,15	58
<i>M. lucetius</i>	156	9	1,85	0,12	54
<i>M. lefeburii</i>	34	4	1,17	0,06	18
<i>M. r. rustica</i>	46	6	1,21	0,05	22
<i>M. albiplaga</i>	50	6	1,22	0,06	24
<i>M. florestan</i>	73	9	1,37	0,07	33
<b>Smerinthini</b>					
<i>P. eurycles</i>	371	26	2,99	0,21	67
<i>P. goeldii</i>	114	14	1,63	0,13	42
<i>P. strigilis</i>	482	33	3,54	0,27	78
<i>A. g. gannascus</i>	79	6	1,36	0,05	41
<i>A. ypsilon</i>	58	7	1,28	0,05	33
<i>A. palmeri</i>	159	11	1,80	0,11	54
<i>A. gagarini</i>	130	13	1,67	0,11	46
<b>Macroglossinae</b>					
<b>Dilophonotini</b>					
<i>P. tetrio</i>	717	95	5,15	1,00	69
<i>I. leachii</i>	91	14	1,39	0,08	36
<i>I. swainsonii</i>	147	52	1,69	0,20	37
<i>I. scyron</i>	279	26	2,70	0,34	54
<i>I. occidentalis</i>	156	9	1,78	0,10	51
<i>I. excelsior</i>	719	64	4,91	0,52	73
<i>E. a. alope</i>	348	72	2,75	0,36	54
<i>E. lassauxii</i>	63	49	1,24	0,18	8
<i>E. ello</i>	4 333	1 761	13,27	6,08	65
<i>E. oenotrus</i>	836	88	5,62	1,23	67
<i>E. o. obscura</i>	165	31	1,91	0,22	44
<i>P. caicus</i>	75	14	1,39	0,11	25
<i>P. ficus</i>	291	29	2,49	0,20	66
<i>P. darceta</i>	815	59	5,32	0,57	76
<i>P. resumens</i>	77	8	1,35	0,07	36
<i>O. achemenides</i>	30	3	1,16	0,04	23
<i>C. nomius</i>	54	6	1,25	0,06	29
<i>C. pan</i>	86	14	1,42	0,08	37
<i>C. parce</i>	161	33	1,72	0,14	48
<i>E. l. lugubris</i>	103	12	1,54	0,11	33
<i>E. ocyete</i>	250	23	2,17	0,18	56
<i>P. lusca</i>	41	23	1,17	0,09	14
<b>Philampelini</b>					
<i>E. anchamolus</i>	453	75	3,54	0,57	56
<i>E. s. licaon</i>	42	16	1,16	0,07	13
<i>E. o. obliquus</i>	148	17	1,72	0,15	37

TABLEAU II (suite)  
*Caractéristiques des 55 espèces retenues pour les analyses.*

Ss Famille Tribu Genre et espèce	Nt	Max	Nm	Es	Nr
<i>E. f. fasciatus</i>	54	9	1,24	0,05	29
<i>E. phorbas</i>	240	19	2,36	0,18	62
<i>E. capronnieri</i>	256	18	2,34	0,16	66
Macroglossini					
<i>X. anubus</i>	31	2	1,17	0,04	23
<i>X. amadis</i>	184	9	2,04	0,12	64
<i>X. epaphus</i>	45	5	1,27	0,07	25
<i>X. chiron nechus</i>	751	64	5,01	0,46	78
<i>X. t. tersa</i>	563	48	4,02	0,33	78
<i>X. loelia</i>	76	11	1,46	0,13	33
<i>X. neoptolemus</i>	116	19	1,69	0,16	39
<i>X. thyelia</i>	292	23	2,70	0,20	66

TABLEAU III  
*Espèces à probabilité d'apparition différente selon les mois.*

Espèces	Test F	Probabilité
<i>A. cingulata</i>	3,307	0,0292
<i>M. s. paphus</i>	2,862	0,048
<i>M. r. rustica</i>	4,212	0,0108
<i>A. gagarini</i>	4,090	0,0123
<i>I. swainsonii</i>	19,436	< 0,0001
<i>I. occidentalis</i>	3,227	0,0319
<i>X. amadis</i>	2,964	0,0428
<i>X. neoptolemus</i>	3,736	0,0182
Seuil	0,291	0,05

TABLEAU IV  
*Matrice de corrélation de Pearson. Espèces significativement influencées par la pluviométrie au seuil de 0,291 ( $\alpha = 0,05$ ).*

Espèces	Coefficient
<i>N. cluentius</i>	0,483
<i>P. tetrio</i>	-0,327
<i>I. scyron</i>	-0,392
<i>E. alope</i>	0,318
<i>E. phorbas</i>	0,292
<i>X. anubus</i>	-0,375
<i>X. amadis</i>	-0,316

TABLEAU V

Espèces significativement influencées par la mise en eau du barrage aux seuils de  $\alpha = 0,05$ ,  $*\alpha = 0,01$  et  $**\alpha = 0,001$ .

Espèces	Nb moyen ind / nuit		Evolution %	Anova
	Avant 1994	Après 1994		
<i>P. ficus</i>	2,21	1,46	- 34	0,0405
<i>E. f. fasciatus</i>	0,90	0,56	- 37	0,0077*
<i>C. lucifer</i>	1,11	0,63	- 43	0,0162
<i>E. obliquus</i>	2,29	1,09	- 52	0,0154
<i>P. goeldii</i>	2,13	0,92	- 57	0,0456
<i>E. alope</i>	3,97	1,66	- 58	0,0193
<i>E. o. obscura</i>	2,61	0,94	- 64	0,0142
<i>P. tetrio</i>	8,82	1,52	- 83	0,0017*
<i>A. palmeri</i>	1,35	1,42	+ 5	0,0058*
<i>A. gagarini</i>	1,27	1,41	+ 11	0,0487
<i>A. g. gannascus</i>	0,77	0,95	+ 23	0,0138
<i>E. phorbis</i>	1,58	2,45	+ 55	0,0465
<i>I. swainsonii</i>	1,20	1,97	+ 64	0,0219
<i>P. darceta</i>	3,97	6,60	+ 66	0,0042*
<i>I. excelsior</i>	3,53	6,37	+ 80	0,0035*
<i>E. craponnieri</i>	1,32	2,45	+ 82	0,0001**
<i>X. neoptolemus</i>	0,73	2,15	+ 195	0,0007**

puisque cette espèce a une probabilité d'apparition favorisée par la saison des pluies. Inversement, pour *Peudosphinx tetrio*, qui possède un cycle plutôt caractéristique de saison sèche (corrélation négative significative), la retenue du barrage de Petit Saut semble être un facteur limitant puisque l'apparition de cette espèce diminue de 83 % durant la période 1994–1997.

## DISCUSSION

L'inventaire des sphinx du site de Petit Saut peut être considéré comme complet car les espèces non recensées sont rares ou limitées à des zones géographiques strictes. Par ailleurs, une dizaine d'espèces sont diurnes ou crépusculaires et ne viennent qu'exceptionnellement à ce type de piégeage. Avec 55 espèces pouvant être testées, l'échantillonnage est représentatif du peuplement de sphinx sur Petit Saut. Lors des deux premières années d'étude, nous avons constaté la colonisation du site par des espèces du littoral comme *Isognathus caricae* ou *Eumorpha l. labruscae*. En effet, une piste forestière comme la route de Petit Saut modifie la dynamique forestière sur une surface équivalant à celle de la retenue du lac de barrage (Alexandre, 1992). Ces espèces ont rapidement disparu des relevés par la suite. Cette rapide colonisation de nouveaux milieux a également été constatée pour d'autres groupes comme les batraciens (J. Lescure, com. pers.) ou les chauves-souris (Brosset *et al.*, 1996).

Sur les 55 espèces ayant un nombre d'individus recensés suffisant pour les analyses, près de la moitié (44 %) présentent un comportement particulier

(Tab. VI). La plupart des espèces ne présentent pas de rythmicité d'apparition, elles sont observées tout au long de l'année contrairement à ce qui a été observé dans d'autres régions tropicales comme à Barro Colorado Island (Panama) ou au Costa Rica (Woda, 1979 ; Janzen, 1973a ; 1973b ; 1986). Par ailleurs, très peu d'espèces sont corrélées avec la composante pluie. Il y a tout de même des exceptions comme *Isognathus scyron*, favorisée par une faible pluviométrie et *Neococytius cluentius* avantagée par une forte pluviométrie (Fig. 2).

TABLEAU VI

*Espèces présentant un comportement particulier*

Ss Famille Tribu Espèce	Rythme propre	Influence de la pluie	Impact lié au Barrage
<b>Sphinginae</b>			
<b>Sphingini</b>			
<i>A. cingulatus</i>	X		
<i>N. cluentius</i>		+	↘
<i>M. s. paphus</i>	X		
<i>M. r. rustica</i>	X		
<b>Smerinthini</b>			
<i>P. goeldii</i>			↘
<i>A. gannascus</i>			↗
<i>A. palmeri</i>			↗
<i>A. gagarini</i>			↗
<b>Macroglossinae</b>			
<b>Dilophonotini</b>			
<i>P. tetrio</i>		-	↘ ↘
<i>I. swainsoni</i>	X		↗ ↗
<i>I. scyron</i>		-	
<i>I. tepuyensis</i>	X		
<i>I. excelsior</i>			↗ ↗
<i>E. alope</i>		+	↘ ↘
<i>E. o. obscura</i>			↘ ↘
<i>P. darceta</i>			↗ ↗
<i>P. ficus</i>			↘
<b>Philampelini</b>			
<i>E. f. fasciata</i>			↘
<i>E. phorbas</i>		+	↗ ↗
<i>E. craponnieri</i>			↗ ↗
<b>Macroglossini</b>			
<i>X. anubus</i>		-	
<i>X. a. amadis</i>	X		
<i>X. n. neoptolemus</i>	X		↗ ↗

+ : influence positive ; - : influence négative ; +↗ & +↘ : augmentation plus ou moins importante du nombre d'individus capturés par nuit ; ↘ & ↘↘ : diminution plus ou moins importante du nombre d'individus capturés par nuit.

L'espèce *Agrius cingulata*, qui possède un rythme propre, a littéralement pullulé en mai 1994 au début de la mise en eau du barrage. Près de 600 individus ont été observés alors que la moyenne de capture est de 4 individus par nuit de

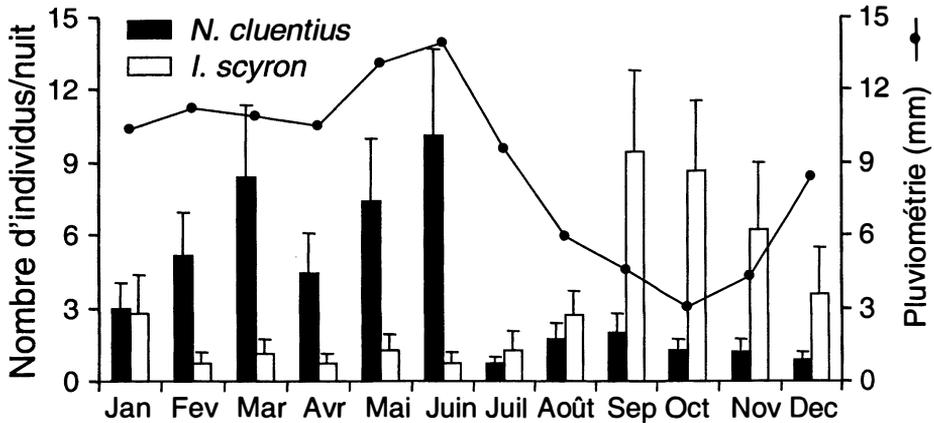


Figure 2. — Nombre moyen (et erreur standard) d'individus de deux espèces de Sphingidés (*Neococytius cluentius* et *Isognathus scyron*) capturés par nuit de piégeage entre janvier 1990 et octobre 1997 en fonction de la pluviométrie.

piégeage (Tab. II). Cette pullulation provient d'une migration, cette espèce pouvant se déplacer sur de très longues distances. Ce phénomène de pullulation existe également chez *Pseudosphinx tetrio* qui peut être aussi fréquent en ville qu'en forêt (Santiago-Blay, 1985). Nous avons d'ailleurs collecté jusqu'à 74 individus en une nuit de piégeage en octobre 1991. Toutefois, cette abondance diminue nettement après la mise en eau du barrage (Fig. 3). En effet, 670 individus ont été recensés en 46 piégeages de janvier 1990 à décembre 1993 contre 88 individus en 40 piégeages de mai 1994 à octobre 1997. Cette diminution significative de l'abondance induite par la présence du barrage (Tab. V) prévaut également pour 7 autres espèces. Parmi elles 5 sont forestières : *Cocytius lucifer*, *Protambulix goeldii*, *Erinnyis o. obscura*, *Eumorpha o. obliquus*, *Eumorpha f. fasciatus* et 2 sont cosmopolites et fréquentes, même en ville : *Pachylia ficus* et *Erynnis a. alope*. Cette dernière diminue de façon très importante (58 %) et aujourd'hui elle ne se rencontre pratiquement plus sur le site. Il est intéressant à souligner que l'effectif de *C. lucifer*, espèce pouvant effectuer des migrations importantes, diminue montrant qu'il s'agit ici d'une population sédentarisée.

Les neuf espèces dont l'effectif augmente après la mise en eau du barrage, se retrouvent régulièrement sur les abattis et même en ville comme *Isognathus excelsior*, *Isognathus swainsonii* ou *Xylophanes neoptolemus*. De même, *Pachylia darceta* est une des espèces les plus communes de Guyane, elle se rencontre dans tous les biotopes et peut être favorisée par les modifications liées au barrage. *Eumorpha phorbis* et *E. capronnieri* forment certainement une entité particulière par rapport aux autres espèces de la tribu des Philampelini. L'explosion démographique de ces 2 espèces peut s'expliquer par la présence de plantes nourricières différentes de celles des autres espèces du genre *Eumorpha* (Haxaire, 1993a). *Adhemarius palmeri* et *Adhemarius gagarini* sont également des espèces que l'on peut trouver dans les milieux dégradés et qui profitent des modifications environnementales. Enfin *Adhemarius g. gannascus* utilise comme plante nourri-

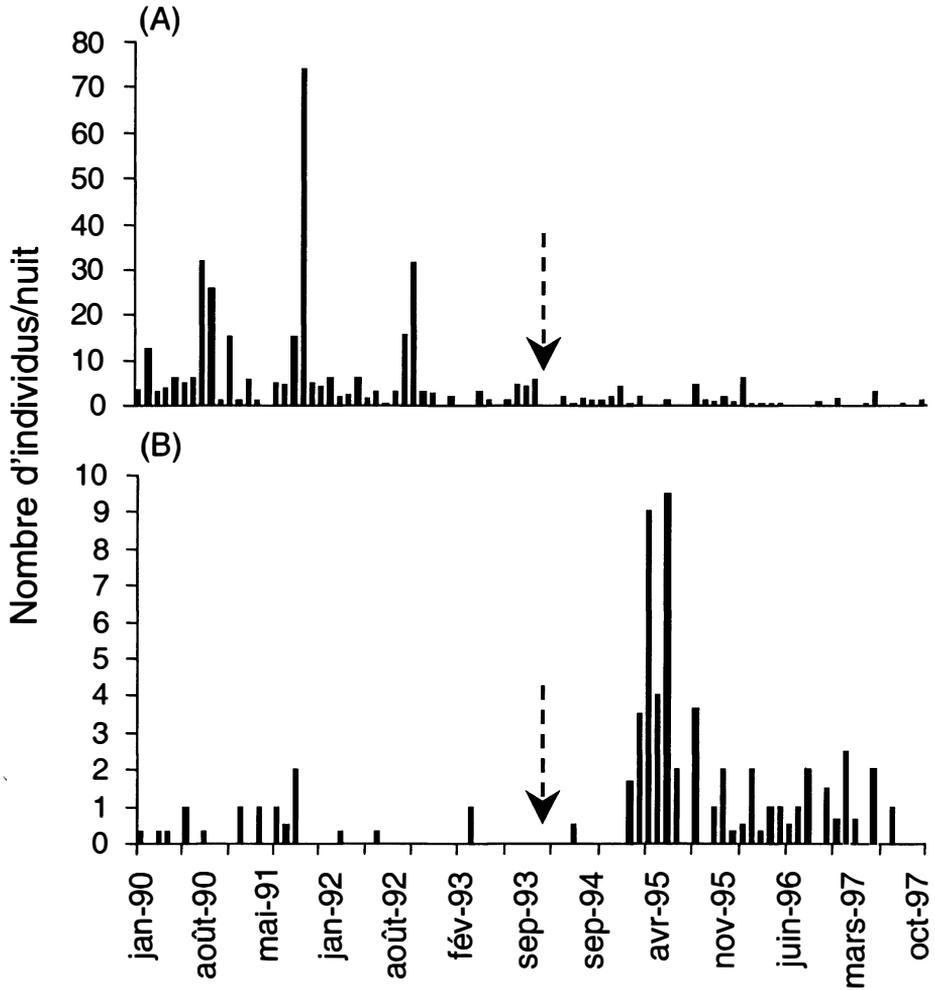


Figure 3. — Nombre moyen d'individus de deux espèces de Sphingidés [A : *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus, 1771) ; B : *Xylophanes neoptolemus* (Cramer, 1782)] capturés par nuit de piégeage entre janvier 1990 et octobre 1997, avant et après la mise en eau du barrage de Petit Saut. La flèche en pointillé indique la période de mise en eau.

cière des Lauracées. Plusieurs espèces de cette famille se sont bien développées à la lisière des îles et îlots, favorisant peut-être le développement de ce sphinx. Nous n'avons cependant jamais trouvé la chenille.

La mise en eau du barrage ainsi que les fortes modifications liées à la formation de microhabitats modifient donc les peuplements de sphinx pouvant se déplacer sur plusieurs kilomètres en une nuit (essentiellement les mâles). La présence d'un grand nombre de femelles observées dans les espèces étudiées montre que pour les espèces qui n'effectuent pas de grandes migrations, les populations se reproduisent très certainement sur place. Ces modifications ne sont

toutefois visibles qu'après de nombreuses années d'observations et pourraient être conjuguées avec certains événements climatiques de grande ampleur tels que El Niño ou La Niña. En effet, ces épisodes météorologiques ne sont reconnus comme importants que depuis le début des années 80 (Doumengue, 1999). Inextricablement liés à l'ensemble du système climatique planétaire, ils sont très chaotiques et irréguliers (Voiturez & Jacques, 2000) mais les experts situent leur périodicité entre 2,5 et 8 années (Mourguiart, 1998 ; Rodbell *et al.*, 1999 ; Bull *et al.*, 2000,) et ils peuvent s'étaler sur plusieurs années. Si ceux de 1982-1983 et de 1997-1998 sont de grande ampleur, celui de 1991-1995 est remarquablement long dans le temps (Mourguiart, 1998 ; Doumengue, 1999). Ainsi sur la période relative à notre étude, il y a eu 6 années marquées par ces oscillations météorologiques majeures et seulement 2 considérées comme « normales ». La prise en compte de ces événements météorologiques chaotiques doit donc être faite sur des périodes beaucoup plus longues que la nôtre pour que l'on puisse les corrélérer avec certitude aux problèmes étudiés. C'est pourquoi un suivi à long terme (supérieur à 50 ans) reste indispensable.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre des études hydrobiologiques financées par EDF sur le site de Petit Saut. Nous tenons à remercier l'ensemble des personnes ayant participé directement ou indirectement à ce travail, en particulier pour leur lecture avisé du manuscrit. Nous tenons à remercier Ian Kitching, Richard Davies et Alain Dejean pour leur révision du manuscrit, et tout particulièrement Pierre-Michel Forget pour les nombreuses relectures ainsi que ses nombreux conseils.

## RÉFÉRENCES

- ALEXANDRE, D.Y. (1992). — La survie des forêts tropicales. *La Recherche*, 23 : 692-702.
- BROSSET, A., CHARLES-DOMINIQUE, P., COCKLE, A., COSSON, J.F. & MASSON, D. (1996). — Bat communities and deforestation in French Guiana. *Can. J. Zool.*, 74 : 1974-1982.
- BULL, D., KEMP, A. E. S. & WEEDON, G. (2000). — A 160ky-old record of El Niño-Southern Oscillation in marine production and coastal runoff from Santa Barbara Basin, California, USA. *Geology*, 28 : 1007-1010.
- CADIOU, J.M. (1985). — Description d'un nouveau Sphingidae de Guyane française *Xylophanes haxairei* (Lepidoptera Sphingidae). *Lambillionea*, 84 : 7-8.
- CERDAN, P. (1992). — *Etudes des arthropodes de Petit Saut au travers d'une famille de Lépidoptères : les Sphingidae*. Rapport de l'Université de Provence-EDF, 96 p.
- CERDAN, P. & BÉNÉLUX F. (1999). — Les sphinx des montagnes de la Trinité en Guyane française (Lepidoptera : Sphingidae). *Bull. Soc. Entomol. Fr.*, 104 : 459-466.
- CERDAN, P., HOREAU, V. & RICHARD, S. (1993). — Les Sphingidae de Guyane française : Comparaison des populations en forêt inondable et non inondable. *Hydroécol. Appl.*, 5 : 97-106.
- DOUMENGUE, F. (1999). — L'oscillation australe El Niño (ENSO) : anomalies de l'hydroclimat et conséquences. *Biol. Mar. Médit.*, 6 : 1-51.
- EISIKOWITCH, D. & GALIL, J. (1971). — Effect of wind on the pollination of *Pancratium maritimum* L. (Amayllidaceae) by hawkmoths (Lepidoptera : Sphingidae). *Department of Botany, Tel - Aviv University*, 673-678.
- HABER, W.A. & FRANKIE, G.W. (1989). — A Tropical Hawkmoth Community : Costa Rican dry forest Sphingidae. *Biotropica*, 21 : 155-172.
- HAXAIRE, J. & RASPLUS, J.Y. (1986). — Contribution à la connaissance des Sphingidae de Guyane française. 1<sup>re</sup> partie. *Bull. Soc. Entomol. Fr.*, 91 : 275-286.
- HAXAIRE, J. & RASPLUS, J.Y. (1987). — Contribution à la connaissance des Sphingidae de Guyane française. 2<sup>e</sup> partie. *Bull. Soc. Entomol. Fr.*, 92 : 45-56.

- HAXAIRE, J. (1990). — Le genre *Manduca* Hübner (1807) en Guyane française. Approche écologique et remarques systématiques. (Lepidoptera : Sphingidae). *Bull. Soc. Sc. Nat.*, 66 : 1-8.
- HAXAIRE, J. (1992). — Les *Aleuron* Boisduval (1870) en Guyane française. (Lepidoptera : Sphingidae). *Bull. Soc. Sc. Nat.*, 73 : 13-15.
- HAXAIRE, J. (1993a). — Le genre *Eumorpha* Hübner (1807) en Guyane française. (Lepidoptera : Sphingidae). *Bull. Soc. Sc. Nat.*, 78 : 24-28.
- HAXAIRE, J. (1993b). — Systématique et répartition des espèces du groupe d'*Hyles lineata* (Fabricius). *Lambillionea*, 43 : 156-166.
- HAXAIRE, J. (1994). — Description d'un nouveau Sphingidae de Guyane française : *Xylophanes colinae* n.sp. *Lambillionea*, 44 : 13141.
- HAXAIRE, J. (1996). — Les genres *Pachygonidia* Fletcher, *Nyceryx* Boisduval et *Perigonia* Herrih-Shäffer en Guyane française (Lepidoptera : Sphingidae). *Lambillionea*, 46 : 342-350.
- HOFF, M. (1994). — Biodiversité floristique d'un bassin fluvial tropical : le Sinnamary (Guyane française). *Ecologie*, 25 : 189-200.
- HOFF, M. (1995). — Les berges du fleuve Sinnamary (Guyane française) : géomorphologie et groupements végétaux. *Hydroécol. Appl.*, 7 : 151-184.
- HUYNH, F., DEMAGISTRI, C. & CHARRON, C. (1995). — *Simulation de la géométrie de la retenue du barrage de Petit Saut*. Rapport ORSTOM-EDF, 13 p.
- JANZEN, D.H. (1973a). — Sweep samples of tropical foliage insects : description of study sites, with data on species abundances and size distributions. *Ecology*, 54 : 659-686.
- JANZEN, D.H. (1973b). — Sweep samples of tropical foliage insects : effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day and insularity. *Ecology*, 54 : 687-708.
- JANZEN, D.H. (1986). — Biogeography of an unexceptional place : what determines the saturnid and sphingid moth fauna of Santa Rosa National Park, Costa Rica, and what does it mean to conservation biology ? *Brenesia*, 25 : 51-87.
- KISLEV, M.E., KRAWIZ, Z. & LORCH, J. (1972). — A study of hawkmoth pollination by a palynological analysis of the proboscis. *Israel J. Bot.*, 21 : 57-75.
- KITCHING, I.J. & CADIOU, J.-M. (2000). — *Hawkmoths of the world : an annotated and illustrated revisionary checklist (Lepidoptera : Sphingidae)*. London & Ithaca, N.Y., The Natural History Museum & Cornell University Press, 227 p.
- LINHART, Y.B. & MENDENHALL, J.A. (1977). — Pollen dispersal by hawkmoths in a *Linden* *rivalis* Bent. population in Belize. *Biotropica*, 9 : 143.
- MILLER, R.B. (1981). — Hawkmoths and the geographic patterns of floral variation in *Aquilegia caerulea*. *Evolution*, 35 : 763-774.
- MOURGUIART, P. (1998). — Mises en évidence de situations de type El Niño en Amérique du sud au cours des 8 000 dernières années. *Océanis*, 24 : 23-29.
- ROBBELL, D.T., SELTZER, G.O., ANDERSON, D.M., ABBOTT, M.B., ENFIELD, D.B. & NEWMAN, J.H. (1999). — An 15,000-year record of El Niño-driven alluviation in Southwestern Ecuador. *Science*, 283 : 516-519.
- SANTIAGO-BLAY, J.A. (1985). — Notes on *Pseudosphinx tetrio* (L.) (Sphingidae) in Puerto Rico. *J. Lepid. Soc.*, 3 : 208-214.
- SISSAKIAN, C. (1992). — Présentation de la retenue de Petit Saut en Guyane française : cartographie-partition de la retenue-volumes et surfaces-intégration paysagère. *Hydroécol. Appl.*, 4 : 121-132.
- VOITURIEZ, B. & JACQUES, G. (2000). — *El Niño : Réalité et fiction*. Forum Océan, Unesco.
- WOLDA, H. (1979). — Fluctuaciones estacionales de insectos en el tropico : Sphingidae. *Congreso de la Sociedad de Colombiana de Entomologia « SOCOLEN », Cali, Colombia* : 11-58.