Prévision par piégeage des pullulations de cheimatobie en forêt

J.F. Abgrall

▶ **To cite this version:**

J.F. Abgrall. Prévision par piégeage des pullulations de cheimatobie en forêt. Ingénieries eau-agriculture-territoires, 1995, 2, p. 5 - p. 12. hal-00467424

HAL Id: hal-00467424
https://hal.science/hal-00467424

Submitted on 26 Mar 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Prévision par piégeage des pullulations de Cheimatobie en forêt

Jean-François Abgrall

Les chenilles défoliatrices se manifestent périodiquement dans les forêts feuillues européennes et françaises sous forme de pullulations ou gradations souvent spectaculaires. Les chênaies du Val-de-Saône n'échappent pas à cette règle et, depuis une vingtaine d'années, nous avons pu observer les atteintes successives de la processionnaire du chêne, du bombyx disparate, de la tordeuse verte du chêne de 1975 à 1981 et de la cheimatobie de 1984 à 1987 (*Operophtera Brumata* L., Lépidoptère géométride), puis de nouveau à partir de 1992.

En plus des pertes de production résultant des défoliations successives, ces ravageurs remettent en cause la régénération naturelle et contribuent à l'affaiblissement des arbres. Confrontés à de telles situations, les gestionnaires de la forêt sont désarmés devant l'ampleur de ces manifestations et souvent contraints de mettre en œuvre rapidement des actions de lutte curatives mobilisant des moyens importants.

Les recherches entreprises au cours des dernières décennies, sur la dynamique de population des grands défoliateurs forestiers, n'ont jusqu'à présent pas permis de déboucher sur des méthodes pratiques de gestion et de prévision (Varley *et al.*, 1978). Cela explique l'intérêt suscité par les phéromones attractives de synthèse permettant aisément d'obtenir par piégeage des informations numériques sur des espèces cibles déterminées (Ridgway *et al.*, 1990). Il est cependant apparu que l'utilisation pratique de ces méthodes passait par un certain nombre de précautions.

Ainsi, il est important de déterminer de façon précise des paramètres tels que la rémanence des attractifs, les doses utiles, la distance d'attraction, le type et le nombre de pièges. L'interprétation correcte des effectifs d'insectes capturés suppose de s'assurer de leur représentativité par rapport à la population soumise au piégeage. Enfin, la méthode de piégeage doit être étalonnée par rapport à d'autres estimateurs de population (notation des dégâts, dénombrement des pontes et des œufs...). Le problème essentiel réside, en forêt, dans l'impossibilité d'estimer conjointement le nombre de papillons mâles et femelles. En effet, le principe même de la méthode repose sur l'attraction des mâles par les émanations d'un diffuseur spécifique utilisé en substitution des émissions naturelles des femelles.

▲ Photo 1. – Chenille âgée de Cheimatobie en position d'arpenteuse.

Dans ce contexte, le suivi par piégeage de la cheimatobie dans les chênaies du Val-de-Saône était particulièrement intéressant car, chez cette espèce de Géométride, les femelles ne portent que des moignons d'ailes, seuls les mâles sont ailés. Ces

Jean-François Abgrall
Cemagref
Groupement de Grenoble
2, rue de la Papeterie
BP 76
38402 St-Martin-d'Hères

particularités permettaient l'emploi comparatif de la méthode des arbres pièges (Abgrall, 1994) et du piégeage artificiel avec phéromone de synthèse.

La présente étude résume les observations faites sur les fluctuations de population de la Cheimatobie, enregistrées avec ces deux méthodes de 1986 à 1993, et examine l'intérêt de certains paramètres caractéristiques des échantillons d'adultes capturés pour la surveillance et la prévision des pullulations du ravageur.

La méthode : comparaison des pièges artificiels et des arbres pièges

Une étude dans les chênaies du Val-de-Saône

Le dispositif de piégeage a été installé chaque année, depuis 1986, dans un ensemble de chênaies du Val-de-Saône (Côte-d'Or) couvrant environ 5 000 ha inscrits dans un périmètre de 5 x 18 km (figure 1). Les peuplements sont constitués de taillis à dominante de charme sous futaie de chêne pédonculé de 80 à 120 ans ; la densité moyenne est de 50 chênes par hectare d'un diamètre moyen de 45 à 55 cm.

Le dispositif de capture

Il comprend 26 placettes permanentes couvrant une surface d'environ 1 ha et où sont implantés trois arbres pièges et un piège artificiel. Nous disposions ainsi d'un réseau de 78 arbres pièges et de 26 pièges répartis dans 8 chênaies individualisées du nord-est au sud-ouest (voir encadré).

Les arbres pièges

Ce sont des chênes de l'étage dominant dont le tronc est cerclé à 1,3 m d'une bande de ruban adhésif marron de 15 cm de large recouverte d'une couche de glu appliquée à l'aide d'une bombe aérosol. Les femelles aptères de cheimatobie, immobilisées sur les bandes collantes au cours de leur ascension à la marche sur les troncs, vers les branches des houppiers, pour pondre, ainsi que les papillons mâles attirés par leurs émissions phéromonales, sont dénombrés, par quinzaine, lors de chaque campagne pendant la période d'émergence des adultes, de la fin octobre à début janvier. A chaque relevé, les bandes collantes sont nettoyées et réengluées.

Pour tenir compte de la relation positive significative mise en évidence entre le nombre des captures d'adultes et la taille des arbres, le nombre

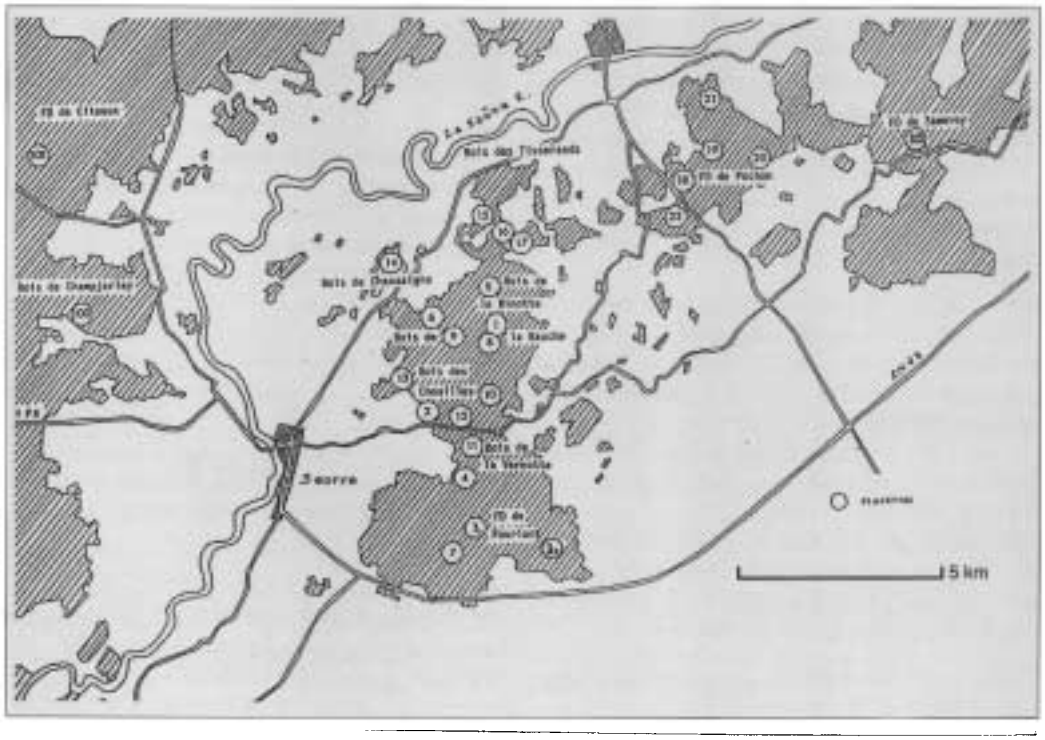


Figure 1. – Répartition des placettes standard dans le dispositif du Val-de-Saône.

de mâles et de femelles a été transformé en indice de capture (nombre d'adultes divisé par le diamètre des arbres supports) avant toute comparaison d'effectifs entre placettes et entre années.

Les pièges artificiels

Ils sont de type *Insect Trap* de couleur verte, suspendus à une branche à 2 m de hauteur et amorcés d'un diffuseur imprégné de 30 µg d'une préparation phéromonale de synthèse spécifique de la cheimatobie (Roelof et Hill, 1982).

Les pièges sont relevés conjointement avec les arbres pièges, par quinzaine ; un seul diffuseur est utilisé au cours de chaque campagne.

Notation des dégâts

En raison de la forte progression des captures à partir de 1991, nous avons procédé au cours des printemps 1992 à 1994 à l'estimation de l'importance des défeuillaisons dans chaque placette, pendant la phase finale du débourrement des chênes, sur 50 arbres environ.

Photo 2. – Piège « insect trap » unicolore en place, amorcé de la phéromone attractive de la cheimatobie.

Les fluctuations des populations de cheimatobie dans le temps

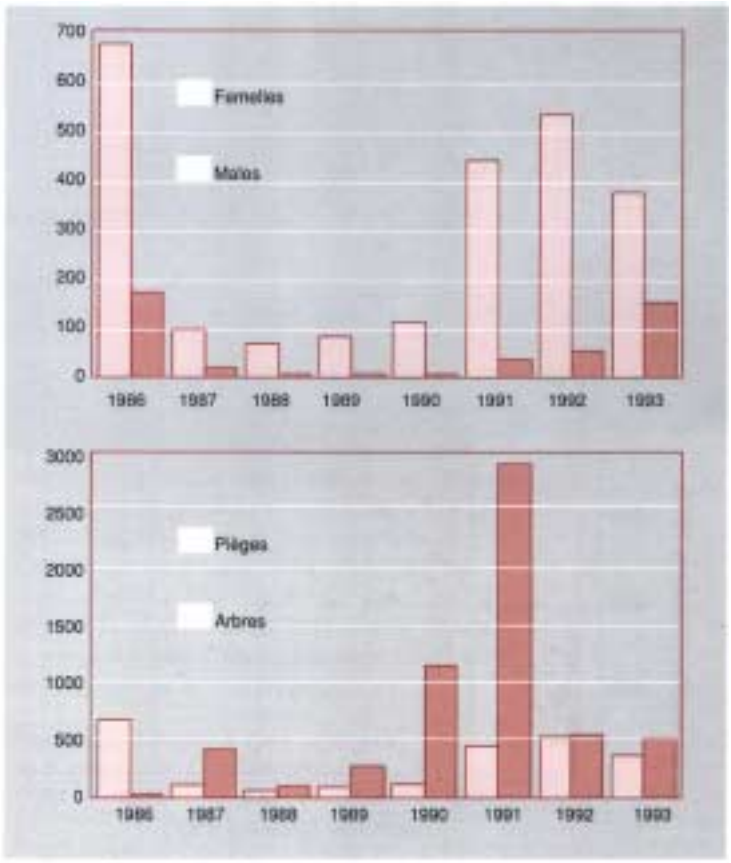
Analyse des captures dans le dispositif général

La figure 2 illustre les mouvements de population de la cheimatobie sur une séquence de temps de 8 années depuis le terme de la gradation de 1984-1986. On observe une rétrogradation en 1987, une latence à très faible niveau jusqu'en 1990 suivie, à partir de 1991, d'une nouvelle poussée démographique.

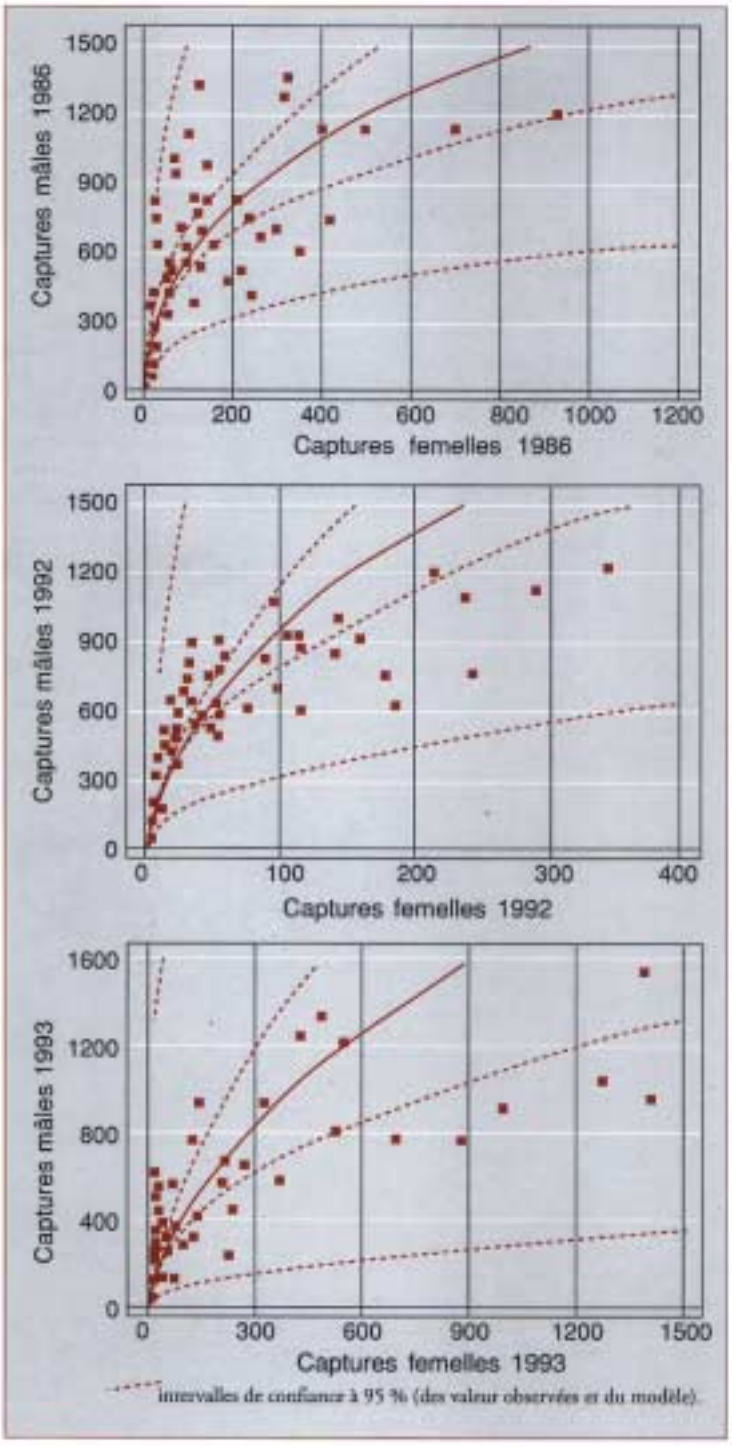
On remarque, de plus, une nette prédominance des captures de mâles comparativement à celles des femelles et le comportement au premier abord surprenant des captures de mâles dont les effectifs chutent nettement en 1993 par rapport à 1992 (-30 %), alors que ceux des femelles progressent fortement (x 2,87).

Evolution des captures de papillons mâles dans les pièges artificiels

On note (figure 2) un bon synchronisme entre les deux méthodes de capture de mâles jusqu'à 1991, avec une forte progression succédant à la chute de population de 1987 et la latence de 1988 à 1989.



▲ Fig. 2. – Evolution des captures moyennes des mâles et des femelles de Cheimatobie enregistrées sur arbres pièges (en haut) et des mâles sur arbres pièges et pièges (en bas), de 1986 à 1993 dans le dispositif du Val-de-Saône.



▲ Fig. 3. – Courbes de régression traduisant la relation entre captures des papillons mâles et femelles de Cheimatobie, enregistrée sur les arbres pièges du dispositif du Val-de-Saône en 1986, 1992 et 1993.

Ceci va de pair avec l'accroissement de plus en plus accentué des captures des pièges par rapport aux arbres pièges et souligne d'autant, en 1992, l'effondrement spectaculaire des captures dans les pièges (- 82 % par rapport à 1991) qui s'alignent alors sur le niveau moyen des mâles capturés sur les arbres pièges.

Ainsi, le phénomène de réduction des captures de mâles sur arbres pièges constaté en 1993 se manifeste dans les pièges à phéromone dès 1992, et pour un niveau de captures de femelles plus faible.

Analyse des captures dans les différentes chênaies

Comme précédemment, on enregistre une bonne concordance entre l'évolution des trois paramètres numériques étudiés : effectifs des papillons mâles et femelles sur arbres pièges et mâles dans les pièges. Toutefois, certains comportements spécifiques se manifestent. Ainsi, en forêt de Samerey, le rythme des fluctuations des captures est particulier au cours des années successives, surtout pour les papillons mâles. En forêt de Pourlans 1, les captures très faibles relevées sont vraisemblablement liées à la présence d'un important effectif de chênes « de juin » à débourrement tardif. Cette situation est défavorable à l'insecte en raison de la non-coïncidence qui en résulte entre les périodes d'éclosion des chenilles et celles de la présence du stade sensible des bourgeons.

A partir de 1992, nous retrouvons dans toutes les chênaies la disjonction entre l'évolution relative des captures de mâles sur arbres pièges et dans les pièges artificiels.

Le même phénomène s'observe en 1993 dans 5 chênaies sur 8 entre les captures de mâles et de femelles sur arbres pièges : la chute numérique, où la réduction de l'accroissement de leur progression par rapport à l'année précédente, s'oppose à la progression des papillons femelles.

Ainsi, quel que soit le niveau de l'analyse (massif ou chênaie), l'évolution dans le temps des captures dans les dispositifs de piégeage semble cohérente jusqu'à un certain niveau de population au-delà duquel on observe des anomalies entre les effectifs respectifs des deux sexes.

Caractéristiques des échantillons d'adultes capturés

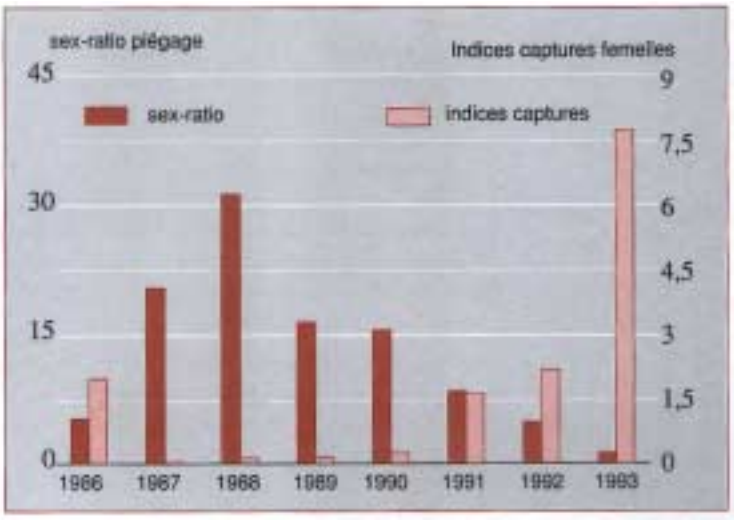
Le comportement de capture des mâles, dont le nombre évolue en 1992 dans les pièges artificiels et en 1993 sur les arbres pièges, à l'inverse de celui des femelles, suggère l'intervention de phénomènes spécifiques liés à la méthode de piégeage.

En effet, le principe même du fonctionnement des arbres pièges, basé sur la concentration des femelles bloquées par la glu et la création d'un pôle attractif d'autant plus fort que leur nombre est élevé, doit être considéré comme l'artificialisation amplifiée d'un processus naturel se produisant sur tous les arbres du peuplement. Les estimations relatives des niveaux de population de mâles et de femelles ainsi que les rapports entre sexe (sex ratio piégeage : mâles divisés par femelles) dépendraient ainsi de la méthode de piégeage et de l'abondance de la population soumise à piégeage.

Relation entre effectifs des mâles et des femelles sur arbres pièges

L'analyse de régression faite entre les couples de captures enregistrés sur les arbres pièges de 1986 à 1993 met en évidence une étroite relation entre les deux sexes quel que soit le niveau de population (coefficient *r* entre 0,66 et 0,86 selon les années). La variation de forme de la courbe de régression (figure 3) traduit, de plus, une évolution dans la nature de cette relation, en fonction du niveau de population. Ainsi, quand la population est forte comme en 1986, 1992 et 1993, on constate que le nombre de mâles tend à croître de moins en moins rapidement lorsque le nombre de femelles augmente et on peut imaginer une situation extrême où la progression des femelles capturées augmenterait de façon telle que la progression des mâles serait bloquée. On peut même prévoir, au-delà d'un certain seuil, une réduction relative des effectifs des mâles. C'est d'ailleurs ce que nous avons pu constater en 1993 dans 2 placettes dans la forêt du Pochon.

Le sex ratio piégeage peut donc traduire les divers états d'une population de Cheimatobie au cours d'un cycle de pullulation (figure 4). Il est d'autant plus élevé que les captures d'adultes sont réduites. Ceci est conforté par l'analyse de régression curvilinéaire qui souligne cette relation inverse, d'autant plus étroite que le niveau de captures est important.



▲ Fig. 4 – Evolution des « sex ratio piégeages » de 1986 à 1993, dans la chênaie du Pochon, en fonction des indices de captures femelles.

Relation entre les captures de mâles sur arbres pièges et dans les pièges à phéromone

Le mode de fonctionnement des pièges s'apparente à celui des arbres pièges, à la seule différence que les femelles attractives du second sont remplacées par un « équivalent femelle » correspondant à la charge de 30 µg des diffuseurs du premier ; ceci devrait donc se traduire par une relation positive entre les captures de mâles des 2 types de pièges.

L'analyse de régression linéaire faite entre les effectifs de mâles enregistrés avec ces deux méthodes de 1987 à 1993 traduit effectivement cette relation globale avec un coefficient r de 0,63 (n = 158 couples de captures). L'étude faite par année montre toutefois que cette liaison, marquée de 1987 à 1991 (r entre 0,41 et 0,88), s'atténue fortement en 1992 (r = 0,19) et disparaît en 1993 (r = 0,09), en raison du comportement différentiel des captures de mâles sur arbres pièges et dans les pièges.

Fonctionnement des pièges, le « modèle Cheimatobie »

Toutes les observations faites sur le comportement de la Cheimatobie depuis 1986 concordent pour souligner le rôle déterminant des émissions phéromonales dans le fonctionnement des pièges, en particulier l'étroite relation observée entre les nombres respectifs des mâles et des femelles capturés sur les arbres pièges.

L'évolution de cette relation dans le temps, exprimée par le sex ratio piégeage, permet aussi de rendre compte du déficit dans l'accroissement des captures de mâles lorsque celui des femelles progresse sur les arbres pièges, ainsi que la chute relative des mâles, en 1992 dans les pièges et en 1993 sur les arbres pièges. Dans ce dernier cas, c'est une véritable saturation du milieu ambiant en phéromone qui serait impliquée, créant naturellement une situation de confusion des mâles présents dans la forêt.

Certains comportements contradictoires constatés entre chênaies posent cependant le problème du seuil numérique de femelles capturées, à partir duquel le phénomène de saturation se manifeste. En effet, si dans les forêts de Pochon en 1992, des Tisserands et de Pourlans 2 en 1993, on constate que la chute des mâles survient quand les indices de captures avoisinent 2 femelles par centimètre de diamètre, un phénomène identique se produit à Pourlans 1 et à Vernotte pour des indices de 0,2 et 0,3.

L'hypothèse la plus plausible pouvant expliquer ces contradictions serait qu'au-delà d'un certain seuil, (autour d'un indice de capture femelle de 2) la quantité de phéromone produite en forêt serait suffisante pour, en se déplaçant, polluer les forêts avoisinantes et y créer ou participer au phénomène de saturation. En effet, les émergences annuelles de la Cheimatobie s'effectuent sous forme de pics successifs ; sachant, par exemple, qu'on a estimé en 1993 à 20 millions la population totale de papillons femelles dans la forêt du Pochon, c'est plusieurs millions d'individus qui ont ainsi pu émettre leur phéromone au cours de chacun des pics de sortie. De plus, le régime des vents dans le Val-de-Saône est bimodal (source météorologie nationale), avec des inversions fréquentes dans le sens NE-SO ou SO-NE, axe qui coïncide avec celui des chênaies étudiées. On peut donc concevoir qu'à partir d'un foyer important, localisé dès 1991 dans la forêt du Pochon au NE, ait pu se produire un déplacement du nuage de phéromone émis au plus fort des émergences vers les chênaies situées plus au sud-ouest. Enfin, les travaux menés sur le piégeage de la tordeuse verte (Du Merle, 1985), et la processionnaire du pin (Demolin 1985) soulignent l'effet dépressif des émissions phéromonales des femelles sur les captures des mâles, lorsque les populations sont fortes.

Nous sommes donc en présence d'un modèle de fonctionnement des deux types de pièges où la concurrence phéromonale intervient pour les mâles qui se répartissent entre les arbres pièges ou les pièges et tous les arbres du peuplement selon l'importance des émissions phéromonales naturelles des femelles.

Toute augmentation de population se traduit alors par une modification des relations entre les composantes du modèle, avec pour conséquence une concurrence pour les mâles de plus en plus accentuée.

Au-delà d'un certain seuil de population, la concurrence exercée par les femelles sur tous les arbres des peuplements entraîne une réduction apparente du nombre de mâles capturés par rapport à celui de l'année précédente. On arrive alors à une situation de saturation du milieu au cours de laquelle le rendement des pièges s'effondre.

Etalonnage de la méthode : relation captures/dégâts

En matière de suivi à long terme de populations d'insectes, il est essentiel que la méthode d'estimation utilisée soit représentative des effectifs réels en forêt. L'étalonnage de la méthode est donc nécessaire à l'aide de paramètres de référence tels que l'importance des dégâts (défeuillaisons) estimée selon une échelle prédéterminée.

La seule référence actuelle concernant la relation captures/dégâts pour la cheimatobie est le nombre critique d'Altenkirch (1966) correspondant à une femelle par centimètre de circonférence d'arbre piège. Cette valeur constitue, selon cet auteur, le seuil à partir duquel on peut craindre de fortes défeuillaisons au cours du printemps suivant. Mais, en raison de la technique de piégeage employée par Altenkirch (écorce des arbres lissée et engluée au pinceau), différente de celle que nous avons sélectionnée, il n'était pas *a priori* évident que ce nombre critique corresponde à des défeuillaisons généralisées.

L'estimation des défeuillaisons dans les chênaies a été effectuée à partir du printemps 1992 dès que la remontée des captures de papillons femelles laissait présager l'apparition des premières atteintes, selon l'échelle de notation suivante :

– 0 : traces de dégâts sur les extrémités des branches des houppiers et du sous-étage ;

– 1 : feuilles perforées sur les extrémités avec moins de 25 % du limbe consommé ;

– 2 : dégâts visibles à l'œil nu : certains apex présentant près de 50 % de feuilles touchées avec 25 à 50 % du limbe consommé ;

– 3 : toutes les branches des chênes atteintes avec 25 à 75 % du limbe des feuilles consommé ; sous-étage très attaqué ;

– 4 : défeuillaisons totales : situation non observée jusqu'à présent.

Le tableau 1 résume, pour chacune des chênaies, les indices de capture moyens de femelles (IC) et les niveaux de dégâts estimés correspondants.

Le classement des indices de capture moyens par placettes est mis en vis-à-vis des dégâts (tableau 2).

Echelle de dégâts	Indices de capture femelle
0	0,08 - 0,46
1	0,11 - 0,75
2	0,16 - 3,97
3	2,05 - 17,77
4	- -

▲ Tableau 2. – Relation entre dégâts de cheimatobies et captures de femelles.

On observe ainsi, en dépit des recouvrements importants, une bonne cohérence entre la progression des captures et celle des dégâts.

L'apparition des premiers dégâts correspond au niveau 2 de notre échelle de notation ; ce niveau a été observé au cours de la remontée des populations de cheimatobie dans le Val-de-Saône pour la première fois en 1992 dans la forêt du Pochon. Les indices de capture correspondants, par placette, étaient alors compris entre 2,3 et 3,8 (moyenne 2,50).

Les fortes défeuillaisons ont été observées au cours du printemps 1994, au niveau 3 de l'échelle de notation, dans les forêts de Samerey, du Pochon, de Pourlans 2 et localement à Tisserands-Chassaigne, et correspondent à des indices de capture moyens supérieurs à 2. Toutefois, certaines exceptions sont notées en particulier à Cîteaux en 1994, où l'importante population enregistrée (indice de capture moyen de 2,27 ; maximum 3,90) n'a pas provoqué de graves défeuillaisons. Dans ce cas, c'est une mauvaise coïncidence

Chênaies	IC 1991	Dégâts 1992	IC 1992	Dégâts 1993	IC 1993	Dégâts 1994
Samerey	1,02	0	0,64	0	5,01	3
Pochon	1,82	0-2	2,5	2	8,5	2-3
Tisserands-Chassaigne	0,53	0	1,35	1	1,85	1-3
Binotte-Bauche	0,16	0	0,52	0	0,11	0
Vernotte-Chouille	0,23	0	0,41	0	0,27	0-2
Pourlans 1	0,05	0	0,07	0	0,18	1
Pourlans 2	**0,46**	**0**	**0,54**	**1**	**2,05**	**3**
Cîteaux	**0,26**	**0**	**0,18**	**0**	**2,27**	**0**

▲ Tableau 1. – Indices de capture moyens de femelles de Cheimatobie et dégâts observés (de 1991 à 1994).

phénologique entre le débourrement et l'éclosion des chenilles qui serait impliquée en raison des conditions climatiques défavorables présentes.

Il apparaît donc que le seuil de 1 femelle par centimètre de circonférence (= 3,14 femelles par centimètre de diamètre dans le cas présent) à l'origine de fortes défeuillaisons soit quelque peu surestimé car, dans le Val-de-Saône des indices à partir de 2 déterminent des défeuillaisons importantes. Une meilleure efficacité de nos arbres pièges relevés, nettoyés et réenglués par quinzaine expliquerait cette différence.

Applications pratiques en forêt

Sur la base des deux méthodes de piègeage étudiées, il est possible de concevoir une stratégie de surveillance des populations de la Cheimatobie et de prévision de ses dégâts dans les peuplements de feuillus.

– Une surveillance extensive peut être mise en œuvre par l'installation en forêt de 3 ou 4 pièges à phéromone ou placettes de 3 arbres pièges pour environ 5 000 ha de forêt, afin de suivre l'évolution du ravageur, en particulier en phase de latence.

– La surveillance intensive et la prévision des attaques implique, au-delà d'indices de capture moyens de femelles de 1 à 1,2 sur arbre piège ou au-dessus de 500 mâles par piège à phéromone (phase de progradation), le renforcement du

dispositif de base par les placettes supplémentaires d'arbres pièges comportant un piège artificiel.

Le dénombrement des mâles et des femelles sur les arbres cerclés et des mâles dans les pièges permettra ainsi de caractériser les indicateurs prévisionnels de risques, les « sex-ratio piégeage » et, après un minimum de 2 campagnes d'observations, les évolutions relatives des femelles par rapport aux mâles.

La décision d'intervenir peut être envisagée (situation d'alerte) dès que les phénomènes de concurrence pour les captures de mâles se manifesteront dans les pièges, puis sur arbres pièges. Elle peut alors être confortée dès que les indices de capture femelle dépassent 2 et que les « sex-ratio piégeage » descendent au-dessous de 5.

Cet article a été écrit avec la collaboration technique de B. Juvy.

Résumé

Le suivi des fluctuations de Cheimatobie, à l'aide d'arbres pièges et de pièges à phéromone, dans les chênaies du Val-de-Saône (Bourgogne) de 1986 à 1993, a montré l'intérêt des captures de femelles sur arbre piège comme estimateur de population. Le rôle déterminant de la concurrence s'exerçant entre les émissions phéromonales des deux types de pièges et celles des femelles sur tous les arbres des peuplements a été démontré pendant une phase de pullulation. Ceci explique les déficits observés dans la progression des mâles, puis son blocage, lorsque les femelles augmentent, ainsi que la variation dans le temps du « sex-ratio piégeage ». L'utilisation de ces indicateurs est discutée dans le cadre d'une stratégie de surveillance et de prévision.

Abstract

In oak woods of Val de Saône (Bourgogne), the following up during 8 years of the adults winter moth fluctuations with trap trees and pheromon traps have showed the female capture to be a good population indicator. The main role of concurence acting between the pheromonal emissions of the two types of traps and those of females present on all the trees in the forest, was demonstrated during an outbreak phase. This can explain the observed shortage in the male progression, then its locking when female captures increase, as well as the trapping sex-ratio variation during the time. The use of these indicators is discussed for a survey and forecasting strategy.

Bibliographie

1994 - ABGRALL J.F.,- Caractérisation par piégeage des populations de Cheimatobie *(Operophtera brumata* L.) et d'Hibernie *(Erannis defoliaria* cl.) dans les chênaies du Val-de-Saône en 1986 - *Revue Forestière Fr*, 46, 127-136.

1966 - ALTENKIRCH W., - Zur Verwendung von Leimringen bei den Abundanz - Bestimmung von Frostspannern - *Z Ang Zoologie*, 1-34.

1985 - DEMOLIN G, MARTIN J.C., - Limites d'utilisation du piégeage sexuel pour la surveillance des populations de la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lep. *Thaumeropoeidae)*. Travaux non publiés, présentés au Congrès « Médiateurs chimiques : comportement et systématique des Lépidoptères. Application en agronomie » - Valence 13-14/12/85.

1985 - DU MERLE P., Piégeage sexuel de *Tortrix viridana* L. (Lep. *Tortricidae*) en montagne méditerranéenne. II - Relation entre le nombre de captures et le niveau de population. Rendement des pièges - *Z Ang Entomol*, 100, 272-289.

1990 - RIDGWAY R.L., SILVERSTEIN R.M., INSCOE M.N., Eds, - Behavior modifying chemicals for insect management. New York and Basel, 761 p.

1982 - ROELOFS W.L., HILL A.S., LINN C.E. et al., - Sex pheromone of the winter moth, a geometrid with unusually low temperature precopulatory response - *Science*, 217, 657-659.

1985 - STOAKLEY J.T., - Outbreak of winter moth *Operophtera brumata* L. (Lep. Geom.) in young plantation of Sitka spruce in Scotland - *Z Ang Entomol*, 99, 153-160.

1973 - VARLEY G.C., GRADWELL G.R., HASSEL M.P., - Insect population ecology - *Blackwell Scient. Publ.*, 212 p.