

# LA BIOÉCOLOGIE DE LA PROCESSIONNAIRE DU PIN DISPERSION POTENTIELLE — DISPERSION ACTUELLE

H. HUCHON - G. DEMOLIN

Class. Oxford 145.78 THAUMETOPOEA PITYOCAMPA SCHIFF. : 151

(Les chiffres placés entre parenthèses dans le texte, renvoient à la bibliographie)

La Processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. se rencontre sur une grande moitié du territoire français au Sud d'une ligne Brest-Belfort et principalement là où se font sentir les influences océaniques ou méditerranéennes. L'attention des forestiers se porte actuellement sur ce ravageur, car les dégâts qu'il commet dans les peuplements de pins dépassent bien souvent un seuil supportable, tant dans les jeunes peuplements par les affaiblissements provoqués, que dans les forêts plus âgées par la diminution de la productivité et du caractère esthétique.

Les études poursuivies depuis plusieurs années ont permis d'accumuler une somme considérable de renseignements qui donnent la possibilité d'envisager la mise au point d'interventions spécifiques contre ce dangereux défoliateur, en particulier par la lutte biologique préventive (4, 6, 16).

Après un rappel nécessaire des particularités biologiques de la Processionnaire du pin, l'étude plus détaillée des facteurs climatiques qui conditionnent sa répartition, conduira au tracé de l'aire potentielle dont elle dispose en France. Un inventaire des secteurs actuellement atteints, indiquant les niveaux d'attaque constatés, viendra en conclusion.

## LES GRANDS TRAITS DE LA BIOLOGIE DE LA PROCESSIONNAIRE

Tous les pins et même les cèdres peuvent être victimes des ravages des chenilles processionnaires. Si le hasard des mélanges d'essences le lui permet, on constate que ce ravageur a une préférence marquée pour le Pin laricio (*Pinus nigra* Arn.) et plus spécialement pour la sous-espèce *nigricans*, le Pin noir d'Autriche. Ensuite, viennent dans l'ordre décroissant de sélection : le Pin maritime, le Pin sylvestre, le Pin d'Alep, et enfin les cèdres. Dans les conditions les plus favorables, le cycle de développement d'une génération se ferme en un an (cycle annuel). Parfois il peut s'étendre sur plusieurs années (cycles pluriennaux). Le cycle comprend deux phases à deux strates différentes de l'écosystème : l'une aérienne sur le pin (évolution larvaire en cinq stades), l'autre souterraine (prénymphose et nymphose).

## PHASE AERIENNE DU CYCLE

### Les adultes (8-11)

Les papillons de la Processionnaire sortent de terre dans le courant de l'été, de la mi-juin à la fin d'août suivant les régions et ils n'ont qu'une vie éphémère.

Après un vol de quelques heures, les mâles attirés par les effluves sexuelles vont à la recherche de leur future partenaire, puis s'accouplent. L'accouplement terminé, les femelles, jusque là inactives, se dirigent en vol vers les arbres se découpant en silhouette, et montrent ainsi une attirance très nette vers les arbres isolés ou de crêtes. D'arbre en arbre, la femelle gravide effectue un choix sélectif à l'intérieur du peuplement, en « comparant » le diamètre et la structure des aiguilles ou des rameaux rencontrés ; elle choisit de préférence les aiguilles des pins noirs, la sélection des autres espèces jusqu'aux cèdres se fera progressivement, faute de mieux !

Ainsi à la recherche du végétal le plus favorable à la ponte, la femelle pourra parcourir plusieurs kilomètres, elle n'abandonnera ses œufs sur d'autres essences que le pin, qu'en ultime recours.



La Processionnaire du Pin. En haut, mâle adulte ; en bas, femelle adulte  
PHOTO HUCHON

Ce qui implique que, plus la plantation est mélangée ou plus les pins s'éloignent de l'optimum, plus les foyers d'infestation éclatent, et inversement, plus les foyers seront concentrés dans une population homogène dont les pins s'approchent de l'idéal.

#### La ponte (11)

En général, la femelle dépose tous ses œufs en une seule fois, en les disposant en manchon autour de deux ou plusieurs aiguilles de pin, et plus rarement sur des

rameaux (Pin d'Alep et cèdres). Les œufs sont recouverts, dès l'émission, d'écaillés beige-clair qui donnent à la ponte une homochromie étonnante avec les bourgeons du pin.

Le nombre d'œufs par ponte est représentatif des réserves accumulées pendant l'évolution larvaire : de 70 dans le cas d'une population éprouvée, il peut approcher 300 lorsque la potentialité dynamique de la population devient particulièrement élevée.

#### Evolution larvaire

L'évolution larvaire chez la processionnaire s'effectue comme pour de nombreux lépidoptères en cinq stades larvaires, généralement symbolisés par les sigles L1, L2, L3, L4, L5. Sous l'aspect éthologique, on peut la diviser en deux périodes : la période ambulatoire allant de l'éclosion aux premiers froids, et la période du « nid d'hiver » durant laquelle la colonie reste à emplacement fixe jusqu'à la maturité des chenilles, prélude au départ en procession de nymphose.

#### Période ambulatoire

Généralement en septembre, de 30 à 45 jours après la ponte, les jeunes chenilles L1, sortent des œufs et tissent sur les écaillés du manchon un léger réseau de soie. Elles marquent alors l'une pour l'autre une attraction très nette qui se maintiendra par des échanges tactiles répétés, jusqu'à la période pré-nymphale.

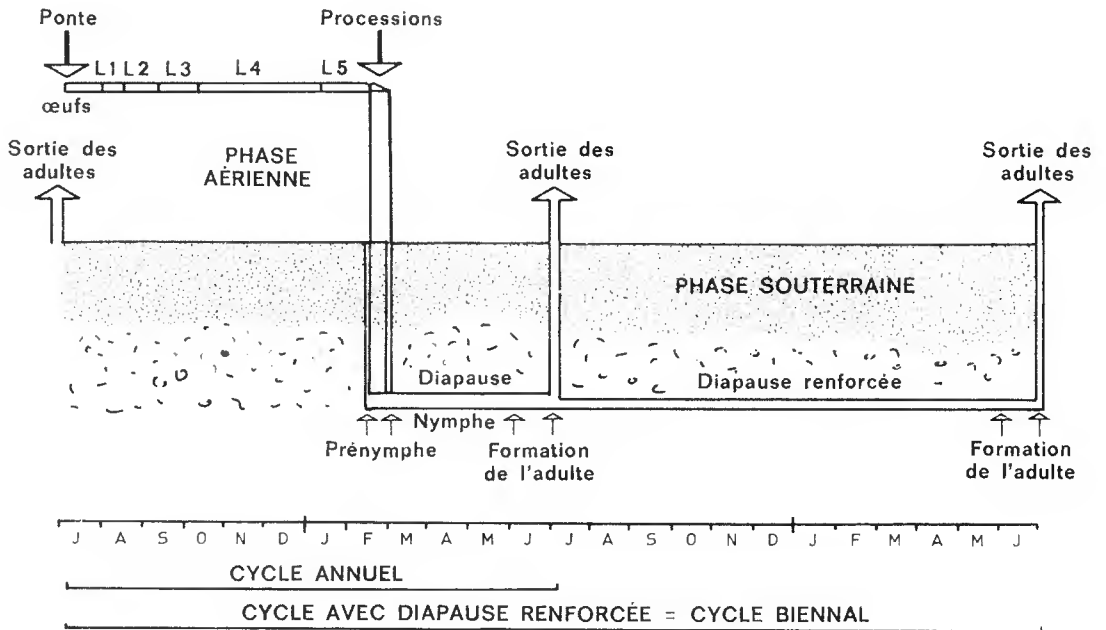
#### Jeunes chenilles sur leurs œufs éclos

PHOTO I. N. R. A.



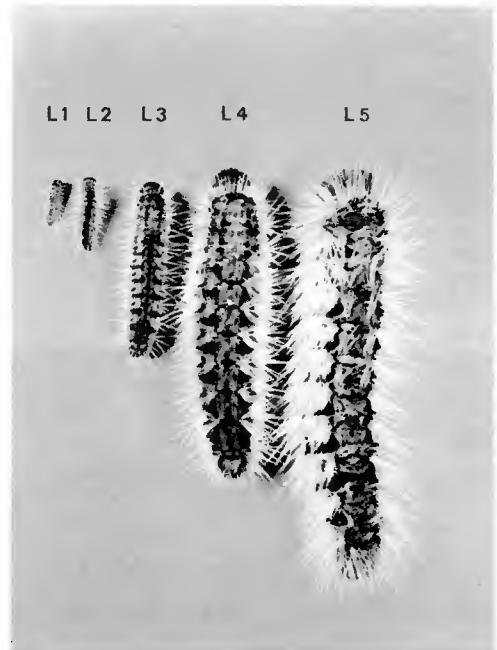
Figure 1

CYCLE SCHÉMATIQUE DE LA PROCESSIONNAIRE



Les cinq stades larvaires

PHOTO HUCHON



Ce caractère social des chenilles processionnaires, renforcé par les émissions permanentes de soie, est le point fondamental de toute leur biologie. Il en résulte une adaptation microclimatique surprenante : atténuation des variations climatiques trop brutales par « effet de masse » et construction commune du nid d'hiver, véritable radiateur solaire qui sera utilisé pendant les périodes froides pour assurer, par le soleil, l'optimum thermique vital.

Dès l'éclosion, les chenilles d'une même colonie ne se quitteront plus. Tant que la température extérieure reste suffisante (20°C en moyenne), la colonie change d'emplacement fréquemment, dévorant toutes les feuilles entourant les lieux de rassemblement. Le signal des migrations successives, lié tout d'abord au manque de nourriture, va progressivement être donné par la baisse



Nid d'hiver

PHOTO HUCHON

de température automnale ; les déplacements s'effectuent alors vers le soleil, la colonie recherche l'emplacement le mieux situé pour échafauder le nid d'hiver qui lui permettra de continuer son évolution à rythme accéléré. Les chenilles laissent la trace de leurs tentatives infructueuses par la présence de légers tissages ou pré-nids. Puis c'est le choix de l'emplacement définitif.

#### *Particularités urticantes (9)*

Entre temps, dès le début du troisième stade larvaire (un mois et demi après l'éclosion), la « fourrure » des chenilles s'est enrichie sur la face dorsale de petites poches particulières ou « miroirs » renfermant une infinité de dards empoisonnés : les poils urticants. A la moindre alerte, les « miroirs » sont ouverts et les harpons microscopiques libérés assurent un barrage venimeux autour de la colonie. Transportés par le plus faible courant d'air, ils vont, lors de fortes infestations, envahir toute la forêt. Ils provoquent chez l'homme et les animaux de nombreux troubles histaminiques limités habituellement à des rougeurs et à des démangeaisons pénibles. L'action des poils urticants peut se manifester par la formation d'œdèmes doublés de troubles oculaires voire même d'accidents respiratoires et de vertiges.

#### *Le nid d'hiver*

Lorsque les chenilles ont choisi l'emplacement où construire le nid définitif, elles l'architecturent de façon coordonnée et l'entretiennent régulièrement. La colonie ne quitte son habitacle que la nuit si la température est supérieure à 0°C, pour aller se nourrir et s'activer au tissage. Elle profite ainsi au maximum de l'insolation journalière pour digérer dans le nid leur ample moisson nocturne.

Si l'insolation compense la baisse de température journalière, les prises alimentaires ne s'arrêtent pratiquement pas pendant l'hiver. L'alimentation est utilisée à la sécrétion permanente



**Chenilles en procession**

PHOTO HUCHON

de soie pour l'entretien du nid, sinon à la mise en place des réserves nécessaires au franchissement des mues.

C'est ainsi que, par le soleil et l'intermédiaire du nid, les chenilles passeront au quatrième puis au cinquième stade larvaire, ne marquant que de faibles arrêts de développement pendant les périodes de faible insolation ou de froid trop rigoureux.

#### *Durée d'évolution*

La durée des stades larvaires est bien entendu dépendante du climat. Plus l'hiver sera de longue durée, plus la vitesse d'évolution est diminuée principalement au quatrième stade. Dans les cas les plus favorables, l'évolution larvaire a lieu en 4 à 5 mois au minimum (Sud-Est de la France, bord de mer), alors qu'en haute altitude elle peut atteindre 9 à 10 mois.

#### *Les processions (13)*

Si l'arrière saison est suffisamment chaude et ensoleillée, il est possible que les chenilles terminent leur évolution larvaire dès l'entrée de l'hiver. Cependant, en règle générale, c'est depuis la fin janvier jusqu'au mois de juin, suivant les dates d'émergence des adultes et en fonction de la rigueur de l'hiver, que les chenilles parviennent à maturité. Elles quittent alors le nid pour se rendre en procession jusqu'au sol. Ce déplacement à la queue-leu-leu, lié à une somme considérable de mécanismes sociaux, conduit la colonie entière dans les zones les plus éclairées du biotope où aura lieu l'enfouissement.

— Les déplacements au sol n'ont lieu que lorsque la température est comprise entre 10° et 20°C. En-dessous de 10° C, les chenilles se regroupent en surface. Au-dessus de 20-22°C, elles s'enterrent et cela d'autant plus profondément que la température est élevée.

— Si à l'époque des processions, le climat est particulièrement chaud, les chenilles pourront s'enterrer en bordure des clairières et même en sous-bois.

## PHASE SOUTERRAINE DU CYCLE

### La nymphose

La nymphose apparaît une quinzaine de jours après l'enfouissement. La chrysalide sera complètement formée quelques jours plus tard, elle subit alors un arrêt de développement qui est pratiquement indépendant des facteurs extérieurs : c'est la diapause.

### La diapause (12)

La durée de la diapause est variable ; elle est en fait le complément exact de la durée totale d'évolution nécessaire pour assurer le maintien du rythme annuel. Ce qui implique que, plus la durée d'évolution est courte (région à hivers chauds), plus la diapause sera longue et inversement.

A la fin de la période de diapause, il y a une reprise d'activité métabolique intense, l'adulte commence sa formation. Un mois plus tard, il sera prêt à sortir de terre. Il peut cependant arriver qu'après la fin de la période de diapause, la température étant insuffisante (ou trop élevée) pour assurer la reprise d'activité métabolique ; la chrysalide est alors en quiescence. Dans ce cas, la sortie de l'adulte pourra être non seulement retardée, mais le ralentissement pourra purement et simplement replacer l'organisme en diapause pour une durée de une ou plusieurs années.

## INCIDENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES

Si la processionnaire peut, par l'insolation et l'effet de masse, compenser les baisses de températures et devenir ainsi un insecte à évolution larvaire hivernale dans les régions à fort ensoleillement, elle ne peut que très difficilement atténuer les températures trop élevées, supérieures à 32°C. Ces dernières deviennent extrêmement dangereuses pour les œufs en incubation ou pour les chenilles en cours d'évolution. Elles sont le plus souvent à l'origine de mortalités dites physiologiques ou d'enclenchements épizootologiques. De ce fait, dans toutes les régions à été très chaud où la température moyenne des maximums mensuels (Tx) dépasse 25°C, les adultes sortiront beaucoup plus tard pour assurer à leur descendance un optimum thermique vital.

Pour résister pendant l'hiver aux températures très basses, les chenilles doivent cependant être suffisamment évoluées pour supporter, par effet de masse, des minimums absolus dépassant -10 à -12°C (une colonie de 200 chenilles du quatrième stade peut résister à des températures de -12°C), ce qui implique que les adultes doivent pondre très tôt. Ce qui n'est pas possible en présence de quiescence prolongée par un printemps tardif, et si, bien entendu, la température estivale permet l'évolution normale.

En règle générale, plus l'été sera doux, plus les adultes seront à émergences précoces, plus il sera chaud, plus ils seront tardifs. Plus l'altitude sera élevée et la latitude nordique, plus la population tendra à être précoce, mais avec une limite due aux quiescences lors de la reprise du développement.

### Calage du cycle

Par adaptation progressive sur l'ensemble d'une population, la date d'émergence des adultes tendra à se situer à l'époque la plus favorable pour qu'il y ait survie de la descendance. Cette date est maintenue par la diapause qui assure le rythme annuel précis. La date de reprise du développement après la période de diapause est donc représentative du climat moyen des années écoulées, et doit rester théoriquement stable, c'est cette date que nous appelons la date de calage du cycle. On peut l'obtenir très facilement par prélèvement d'échantillons de chenilles parvenues à maturité, suivi d'une analyse des émergences des adultes au laboratoire (pour éviter les quiescences par variations climatiques fortuites).

Le piégeage lumineux dans la nature peut confirmer le maintien du calage ou donner par recoupement, les causes possibles de variations.

### Variations cycliques

D'année en année, il est évident que le climat ne reste pas stable autour de la moyenne ; la Processionnaire va tendre, en cas de fortes fluctuations, à modifier dans les meilleures conditions les dates de calage, en jouant avec le processus régulateur, assurant la stabilité cyclique : la diapause.



Nids et dégâts de la Processionnaire du pin au Mont Ventoux

PHOTO I.N.R.A.

Dans le cas où l'hiver se prolonge de façon anormale, l'évolution larvaire peut être ralentie de façon telle qu'il serait impossible aux adultes de sortir à la date requise même si la diapause est de durée nulle.

Pendant toute leur évolution, les chenilles enregistrent ces ralentissements de développement. S'ils dépassent une certaine limite, il y a automatiquement renforcement de la diapause et passage potentiel sur le rythme biennal. Si les ralentissements de développement se poursuivent, il peut y avoir renforcement du processus et passage sur le rythme triennal et même parfois quadriennal.

Ce rythme acquis progressivement pourra cependant être remis en question par l'action climatique à des stades physiologiques précis et reconversions, par exemple pendant l'hiver, de la potentialité triennale en biennale ou même quadriennale (cas fréquent en Corse).

Dans le cas où l'hiver est très rigoureux et que la Processionnaire subit, non plus un ralentissement d'activité mais des arrêts totaux, elle n'a aucune possibilité de modifier les caractéristiques cycliques. Le maintien de la population sera lié au hasard des distributions.

En rythme annuel bien stabilisé, la période d'émergence des adultes est généralement très bien centrée et dure de trois semaines à un mois, la distribution des émergences est en général normale. Il s'avère que plus les modifications cycliques sont importantes, plus les distributions s'étendent avec un décalage de la moyenne des émergences, le cycle triennal étant plus perturbé que le cycle biennal qui l'est lui-même plus que le cycle annuel classique.

Il apparaît que la population de processionnaire fortement perturbée augmente considérablement ses chances de survie. Elle répartit non seulement sa descendance sur plusieurs années, mais aussi couvre par l'étalement des émergences le maximum de l'éventail climatique saisonnier et cela au détriment de l'augmentation de la densité de population annuelle.

Dans le cas des excès thermiques, le principe reste le même, sauf que les enchaînements des cycles pluriennaux sont plus complexes mais moins fréquents. Les températures élevées jouent surtout par un étalement des distributions autour des dates de calage du cycle annuel. Les chenilles, pendant leur évolution, ont donc la possibilité d'intervenir sur la diapause qui déterminera la date de la sortie de l'adulte et cela en fonction de l'intégration des facteurs défavorables à leur évolution optimum.

**RELATION ENTRE LES CLIMATS REGIONAUX ET L'EVOLUTION DES POPULATIONS DE PROCESSIONNAIRES**

A travers les rappels de biologie qui précèdent, le rôle des facteurs climatiques tels que température et insolation apparaît comme fondamental ; c'est ainsi que la durée de certaines phases du cycle varie dans de larges proportions sur notre territoire suivant la latitude, l'altitude ou la proximité de la mer pour la station considérée. Des séries d'observations nous montrent également qu'il existe une relation directe entre la date de calage et la durée des périodes de développement la plus probable.

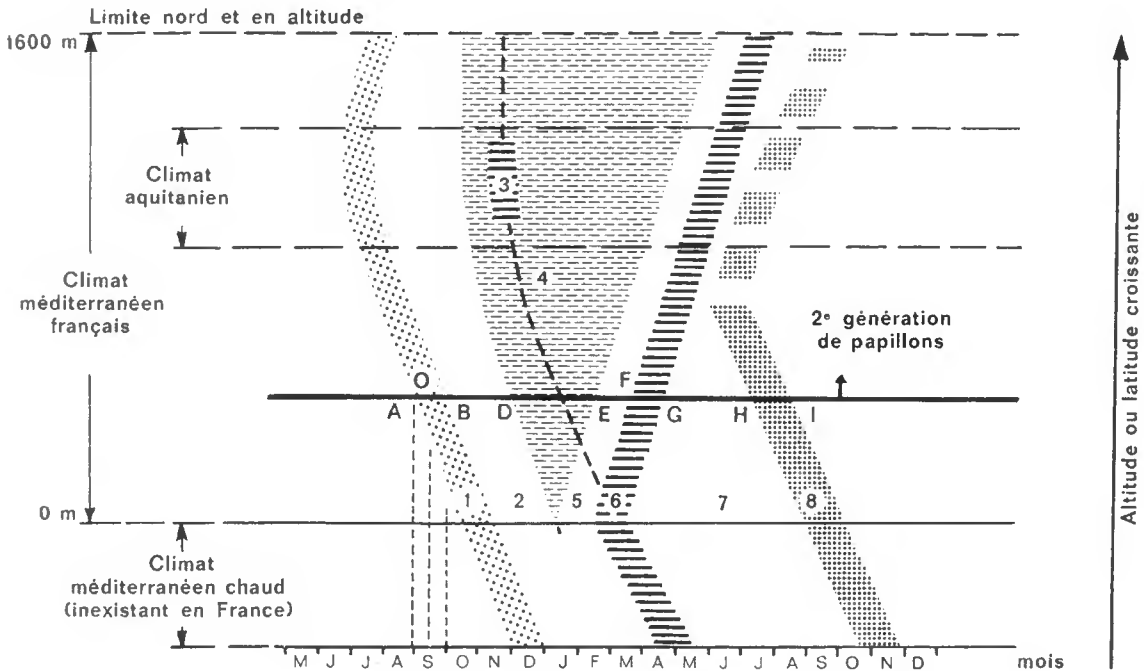
La représentation synthétique sous forme d'un abaque de tous les cas possibles a fait l'objet d'une étude (12) dont nous donnons ci-après une adaptation au seul territoire français (fig. 2). On vérifie bien, en effet, qu'en altitude les papillons apparaissent tôt, permettant aux chenilles de la nouvelle génération d'atteindre un stade suffisamment résistant (au moins L3) avant le début de l'hiver. Le séjour dans les nids architecturés se poursuit plusieurs mois. Le rôle de radiateur solaire de l'abri collectif atteint son maximum d'action. On constate que la diapause très courte peut se poursuivre au-delà de l'été pour une forte proportion de la population, conduisant à des cycles bi, tri, ou même quadriennaux.

A l'inverse, en climat méditerranéen de plaine, les chenilles n'éclosent qu'à la fin de l'été lorsque les températures maximales (moyennes mensuelles) tombent en dessous de 25 °C. Dans les conditions les plus favorables, les chenilles peuvent achever leur développement sans avoir recours au nid d'hiver ; en revanche, comme nous l'avons vu précédemment, la diapause est longue (diminution de l'évolution larvaire).

Entre ces deux extrêmes se situent tous les cas possibles en France : à chaque station pourra correspondre sur l'abaque une horizontale, telle que AI, sur laquelle nous pourrions lire la durée respective de chaque phase en situant les dates correspondant aux extrémités des segments tels que :

- AB = période de vol des papillons ;
- BD = période de développement pré-hivernal (incubation, éclosion, stades L1, L2, L3) ;
- DE = période d'utilisation du nid d'hiver ;
- EF = période de développement post-hivernal ;

Figure 2





- FG = période des processions post-hivernales ;  
 GH = diapause des chrysalides dans les cocons ;  
 HI = période de développement du papillon dans la chrysalide.

L'intérêt pratique de cet abaque est considérable car il permet de prévoir le déroulement des stades d'une population dans un secteur donné, pour une année donnée. Il faut être en mesure de situer convenablement l'ordonnée de l'horizontale correspondant au cas considéré — de « caler » le cycle en cause par rapport à l'abaque. Pour cela, il est nécessaire, comme nous l'avons vu, de repérer la période d'émergence des adultes cette année-là, soit par récolte des chenilles au moment des processions, soit par capture des papillons au piège lumineux pendant la période des émergences sur le terrain. On peut ainsi déterminer la date du point milieu des sorties d'adultes (50 % avant cette date, 50 % après) ; on placera graphiquement ce point 0 au milieu de la bande hachurée 1 et sur l'abscisse correspondant à la date constatée. L'horizontale passant par ce point donne la répartition des phases de développement à venir sauf en cas de grosses perturbations météorologiques.

Cette connaissance est essentielle pour mener à bien les observations de « prognose » en lutte préventive et pour intervenir avec le maximum d'efficacité et de sélectivité dans les cas de lutte intégrée comme nous l'avons exposé dans une note d'information récente (6). Notons, par exemple, que si le climat réel de plusieurs années consécutives demeure favorable pour l'évolution des chenilles, le calage du cycle restera constant, les dates d'émergence bien rassemblées sur une courte période : ce sont là des indices de gradation montante des attaques, consécutive à un dynamisme vigoureux des populations. Au contraire, si le climat réel présente des distorsions répétées par rapport au climat normal de la région, le calage subira de constantes modifications qui se traduiront par des dates d'émergences étalées inégalement sur une longue période : ce sont là des indices d'affaiblissement du dynamisme des populations. Pour juger de l'opportunité ou non d'une intervention de lutte intégrée, par exemple, il conviendra alors de compléter le diagnostic par une analyse quantitative et qualitative du complexe parasitaire (cf. bibliographie).

#### DETERMINATION DE L'AIRE POTENTIELLE DE *T. PITYOCAMPA* EN RELATION AVEC LES FACTEURS TEMPERATURE ET INSOLATION

La Processionnaire intégrant tous les facteurs du climat par son comportement social, il est encore très difficile d'utiliser de façon formelle les données générales de la Météorologie Nationale : c'est donc par une méthode pragmatique que nous allons aborder le tracé raisonné des limites de l'aire potentielle de la Processionnaire du pin.

Les deux grandeurs mesurables que nous considérons comme fondamentales dans la répartition « présence-absence » de la Processionnaire du pin en France sont :

- la durée d'insolation annuelle  $I$ , bien que plus de précision pourrait être obtenue en ne considérant que la durée d'insolation de la seule période comprise entre septembre et mars de l'année suivante ;
- la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, c'est-à-dire du mois de janvier  $T_{nJ}$ \*

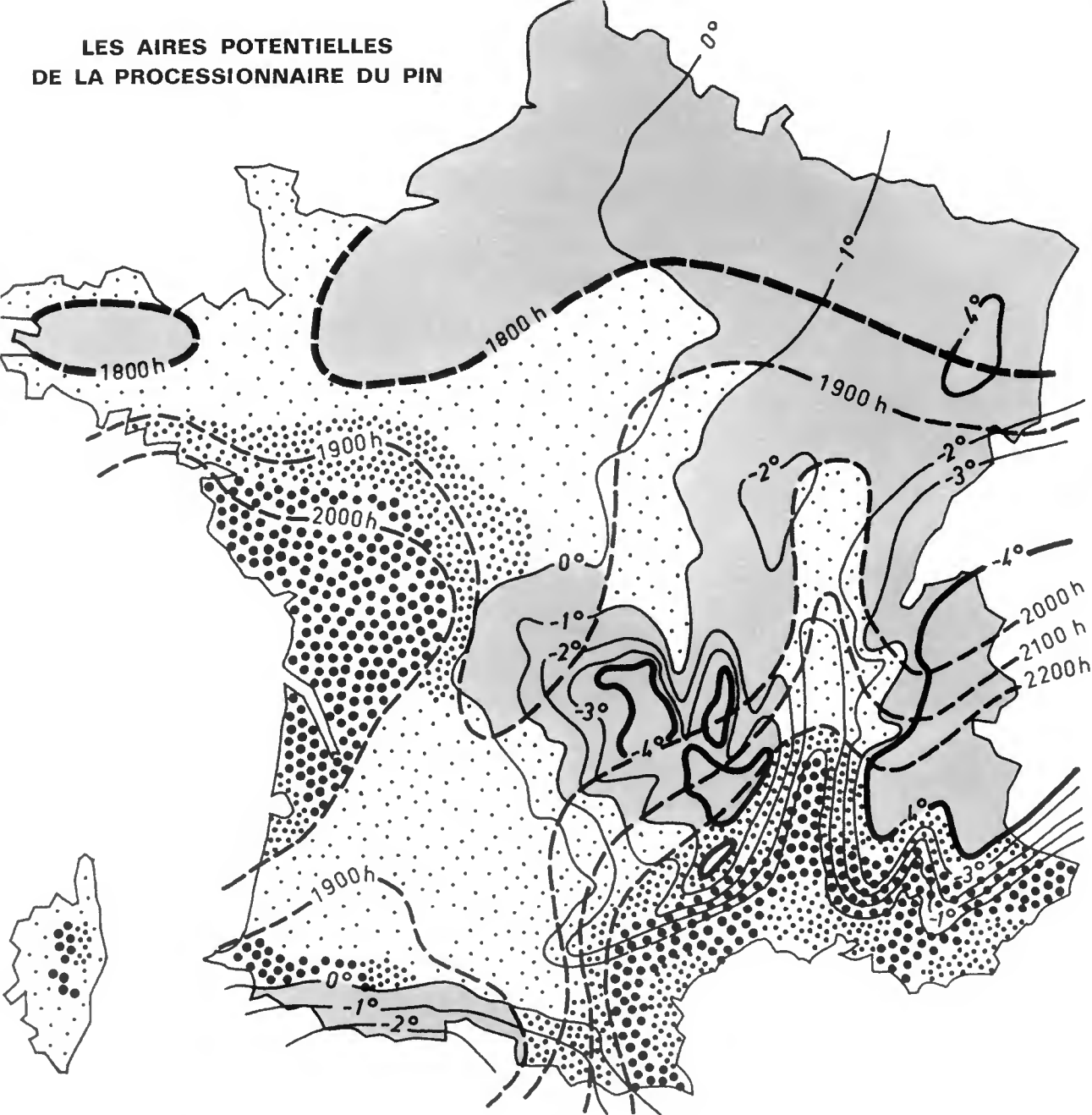
1. - De façon absolue, la Processionnaire ne peut survivre si la durée annuelle d'insolation tombe au-dessous de 1 800 heures ; sont ainsi exclus de l'aire le Nord de la France et une partie de la Bretagne (zones délimitées sur la carte n° 1 par la ligne plus épaisse et discontinue des 1 800 h.)

2. - De façon absolue encore, la Processionnaire ne peut survivre si la  $T_{nJ}$  est inférieure à  $-4^{\circ}\text{C}$ , ce qui exclut une partie des reliefs des Vosges, du Massif Central et des Alpes (zones délimitées sur la carte n° 1, par la ligne plus épaisse et continue de  $-4^{\circ}\text{C}$ ).

3. - En dehors de ces zones, le rôle déjà expliqué du nid d'hiver permet aux chenilles de résister à des froids rigoureux, pourvu que l'insolation soit abondante : l'observation permet d'affirmer qu'à partir d'une  $T_{nJ}$  de  $0^{\circ}\text{C}$  pour laquelle une insolation minimum de

(\*) Dans la suite du texte, l'insolation annuelle sera désignée par  $I$ , et la moyenne des températures minimales de janvier par le Symbole  $T_{nJ}$ .

# LES AIRES POTENTIELLES DE LA PROCESSIONNAIRE DU PIN



Carte n° 1



Zones de présence occasionnelle ;  
dégâts minimes



Zones de présence eudémique ;  
dégâts épisodiques de durées  
inégales



Zones très sensibles ;  
présence eudémique, dégâts fréquents  
et prolongés

Zone d'où est exclue la  
Processionnaire du pin

Moyenne des températures minimales  
de Janvier



$t = -4^{\circ}$



$t = -3^{\circ}$  et +

Lignes d'égale insolation annuelle



$T_{nJ} = 1800$  h



$T_{nJ} = 1900$  h et +

1 800 heures est nécessaire, chaque degré en moins sur la valeur de  $T_{nJ}$  peut être compensé par 100 heures d'insolation supplémentaires.

Nous sommes ainsi conduits pour tracer l'aire de présence possible de la Processionnaire à éliminer de l'aire encore disponible, successivement :

- la partie du territoire où  $T_{nJ}$  est inférieure à  $0^{\circ}\text{C}$ , entre la ligne d'égale insolation annuelle de 1 800 h et celle de 1 900 h ;
- la partie du territoire où  $T_{nJ}$  est inférieure à  $-1^{\circ}\text{C}$ , entre la ligne de 1 900 h et celle de 2 000 h ;
- la partie du territoire où  $T_{nJ}$  est inférieure à  $-2^{\circ}\text{C}$ , entre la ligne de 2 000 h et celle de 2 100 h ;
- la partie du territoire où  $T_{nJ}$  est inférieure à  $-3^{\circ}\text{C}$ , entre la ligne de 2 100 h et celle de 2 200 h ;

Sur la carte, ces différentes surfaces exclues de l'aire potentielle ainsi que celles définies p. 36, ont été teintées de gris clair. La Processionnaire ne pourra donc en définitive se rencontrer sur les diverses essences qui lui conviennent que dans les régions de France qui n'ont pas été recouvertes de teinte grise.

4. - Dans l'aire ainsi délimitée, où la présence de la Processionnaire est possible, on peut chercher à préciser le comportement de ses populations :

— En bordure d'aire, les conditions climatiques demeurent difficiles et tout écart par rapport au « climat normal » s'accompagne très facilement de conséquences mortelles. Nous avons constaté qu'en fait les apparitions de Processionnaires demeurent sporadiques et de faible durée dans les régions où la  $T_{nJ}$  ne dépasse que de  $1^{\circ}\text{C}$  les seuils indiqués au paragraphe précédent pour chaque classe d'insolation, à savoir :

pour 1 800 h	< I	< 1 900 h, avec	$0^{\circ}\text{C}$	< $T_{nJ}$	< $1^{\circ}\text{C}$
pour 1 900 h	< I	< 2 000 h, avec	$-1^{\circ}\text{C}$	< $T_{nJ}$	< $0^{\circ}\text{C}$
pour 2 000 h	< I	< 2 100 h, avec	$-2^{\circ}\text{C}$	< $T_{nJ}$	< $-1^{\circ}\text{C}$
pour 2 100 h	< I	< 2 200 h, avec	$-3^{\circ}\text{C}$	< $T_{nJ}$	< $-2^{\circ}\text{C}$
pour 2 200 h	< I	avec	$-4^{\circ}\text{C}$	< $T_{nJ}$	< $-3^{\circ}\text{C}$

Les zones correspondantes ont été portées en pointillés lâches sur la carte n° 1.

— Pour des valeurs de I et de  $T_{nJ}$  plus favorables, ce sont des facteurs secondaires qui dicent aux populations, toujours présentes (endémiques), la fréquence des gradations montantes et l'importance des dégâts consécutifs. Parmi eux, les plus efficaces sont les températures extrêmes : minimum absolu du mois le plus froid et maximums absolus des mois d'été.

*La température minimum absolue de l'année :*

si l'on se souvient qu'une colonie de 200 chenilles ne peut guère résister plus de 10 heures à un froid de  $-10^{\circ}\text{C}$ , on admettra facilement qu'en pratique dans l'aire potentielle les stations où le minimum hivernal absolu atteint fréquemment  $-12^{\circ}\text{C}$  soient rarement l'objet d'attaques massives puisque les gradations seront à coup sûr perturbées une fois ou l'autre par de trop grands froids ;

*Température maximum des mois d'été (moyenne mensuelle Tx) :*

lorsque (Tx) dépasse  $25^{\circ}\text{C}$ , les chenille comme nous l'avons vu, risquent d'avoir un développement fortement perturbé. Les accidents physiologiques et les épizooties en seront les manifestations les plus fréquentes, les populations seront alors soumises à des fluctuations rapides et les dommages aux peuplements forestiers en seront amoindris. Ces conditions se trouvent remplies lorsque :

- I < 2 200 h et Tx de juillet >  $25^{\circ}\text{C}$  (cas fréquent dans le S.O. de la France)
- I > 2 200 h et Tx d'août >  $25^{\circ}\text{C}$  (cas fréquent dans le S.E. de la France)

Sur la carte de l'aire potentielle de la Processionnaire, nous avons, pour ces raisons porté en pointillés moyens les régions de présence permanente accompagnée de dégâts épisodiques importants, tandis que figurent en gros pointillés les régions aux risques maximums. La

Processionnaire étant toujours présente dans ces zones, elle est capable d'y faire des ravages qui ne seront maîtrisés — en l'absence de facteurs météorologiques défavorables — qu'après plusieurs années, par le rétablissement d'un équilibre biologique entre *T. pityocampa* et son cortège de parasites et prédateurs.

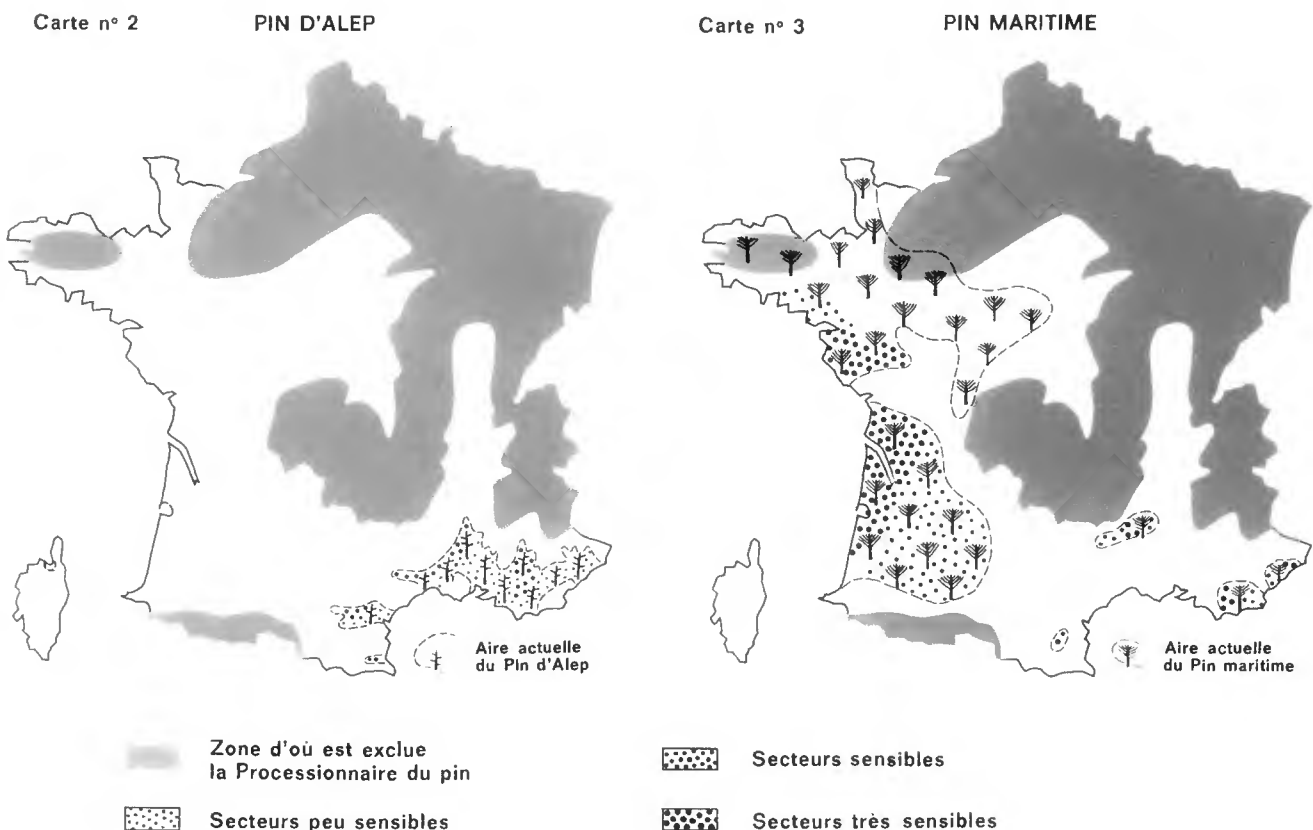
### CONFRONTATION DE L'AIRES POTENTIELLE DE LA PROCESSIONNAIRE AVEC LES AIRES ACTUELLES DES PRINCIPALES ESSENCES DE PIN EN FRANCE

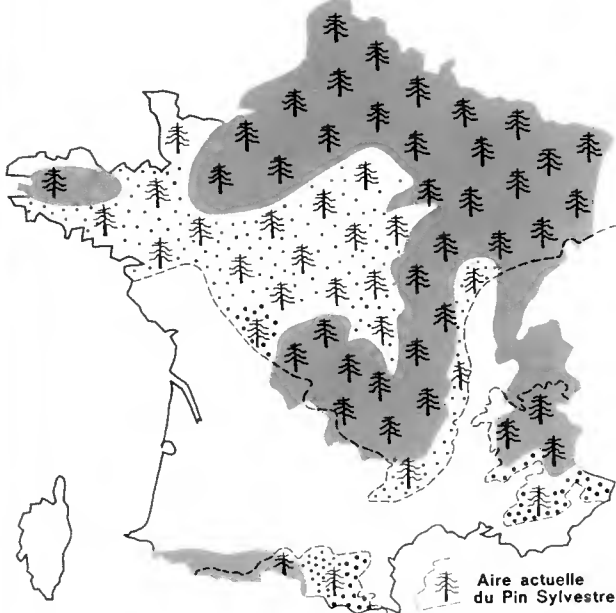
Nous avons superposé sur les cartes n° 2, 3, 4, 5 et 6 les limites de présence habituellement admises pour chaque essence (aire naturelle + boisements) et les zones précédemment définies pour l'aire potentielle de la Processionnaire.

On constate immédiatement que cette aire recouvre pratiquement toute l'aire actuelle du Pin d'Alep ainsi que la plus grande partie de celle du Pin maritime et du Pin laricio de Corse. Elle ne recouvre que très partiellement celle du Pin noir d'Autriche et du Pin sylvestre.

Pour le Pin d'Alep (carte n° 2) les dégâts n'atteindront qu'épisodiquement une réelle gravité car la Processionnaire est gênée par les étés trop chauds. Les départements du Gard, de l'Hérault et du Var sont les plus exposés.



Pour le Pin maritime (carte n° 3), seuls la région Nantaise et le littoral atlantique sont exposés à des invasions fréquentes et à fortes gradations. Les peuplements du Sud-Est n'ont à craindre que des attaques occasionnelles. Les facteurs limitants pour cette essence sont très nettement le déficit d'insolation dans la partie Nord de l'aire potentielle et un excès de chaleur estivale pour les autres régions.

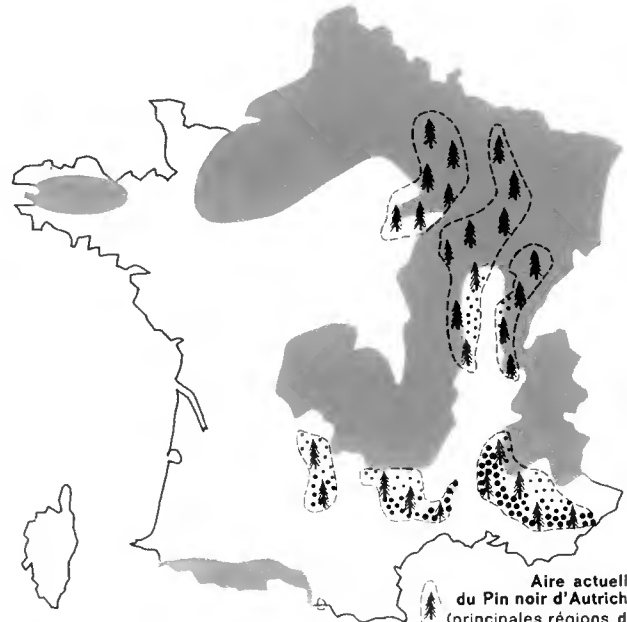






**PIN SYLVESTRE**

Carte n° 4

-  Zone d'où est exclue la Processionnaire du pin
-  Secteurs peu sensibles

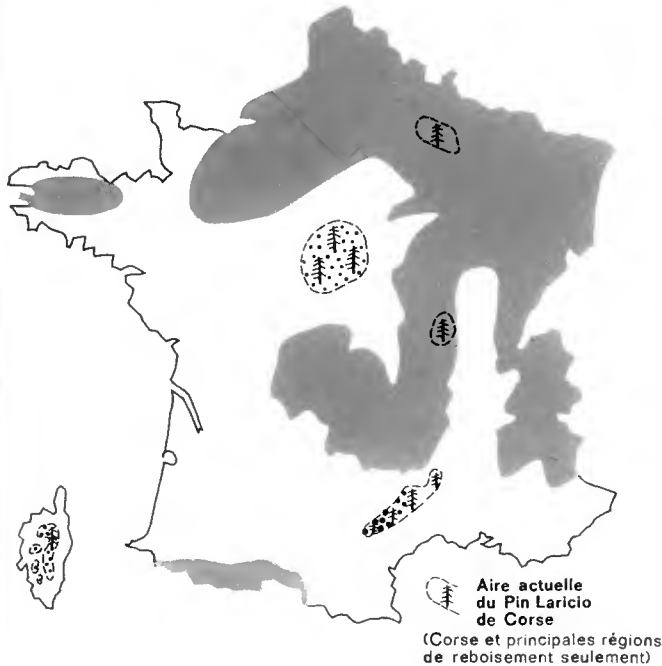


Carte n° 5 **PIN NOIR D'AUTRICHE**

-  Secteurs sensibles
-  Secteurs très sensibles

**PIN LARICIO DE CORSE**

Carte n° 6



Le Pin sylvestre (carte n° 4) n'est concerné de façon appréciable que dans les Pyrénées-Orientales, l'Aude, le Vaucluse, le Var et les Alpes-Maritimes.






Pour les Pins noir d'Autriche et laricio de Corse (cartes n° 5 et n° 6) les attaques seront fréquentes et persistantes dans l'Hérault, le Vaucluse, les Basses-Alpes, le Nord du Var, les Alpes-Maritimes et la Corse, tandis que plus au Nord, particulièrement dans les bassins de la Drôme, du Rhône et de la Saône on n'observera que des attaques occasionnelles.

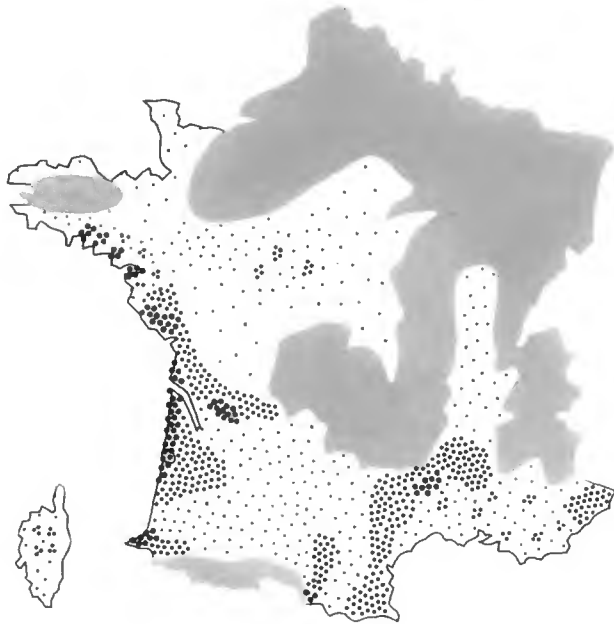
#### REPARTITION ACTUELLE ET INTENSITE DES ATTAQUES EN FRANCE

Fort heureusement, les invasions de Processionnaires ne revêtent pas le caractère d'invasions généralisées à pulsations cycliques; au contraire, l'impression donnée est plutôt celle d'une répartition désordonnée des foyers actifs, leur fréquence et leur intensité correspondant d'assez près aux trois zones définies dans l'aire potentielle. Ce désordre résulte de la variabilité

Carte n° 7

RÉPARTITION ACTUELLE ET INTENSITÉ DES ATTAQUES

-  Zone d'où est exclue la Processionnaire du pin
-  Foyers disséminés sans gravité
-  Foyers disséminés avec quelques points chauds
-  Attaques très nombreuses, dégâts tolérables
-  Attaques intenses, dégâts graves



des conditions météorologiques d'une année à l'autre engendrant tour à tour des successions de circonstances favorables ou défavorables pour la Processionnaire et en même temps pour le cortège de prédateurs qui ramènent les populations à un niveau d'endémisme tolérable. Sur la carte n° 7 nous avons représenté la situation telle qu'on l'observe au printemps 1970.

Il est facile de conclure sur les risques étendus que la Processionnaire fait courir aux peuplements de pins, mais dans la lutte raisonnée contre elle — que l'on s'efforce actuellement de faire passer du domaine expérimental au domaine pratique — il est essentiel d'avoir présentes à l'esprit la diversité des comportements possibles de ce ravageur et l'importance variable avec les régions de la menace que constitue cette présence ; il faut se souvenir aussi en matière de reboisements artificiels que l'on doit compter avec le risque d'attaques brutales, non limitées par le cortège de ses ennemis naturels (parasites, prédateurs, germes pathogènes) lorsqu'un reboisement en pins est exécuté à l'intérieur de l'aire potentielle de la Processionnaire.

Henri HUCHON

Ingénieur en chef du G. R. E. F.  
C. E. R. A. F. E. R.  
Division de la Protection de la nature  
Domaine universitaire de Grenoble  
B. P. 114  
38 - SAINT-MARTIN-D'HERES

Guy DEMOLIN

Chargé de recherches I. N. R. A.  
Station de recherches de lutte biologique  
et de zoologie - Antibes  
Boulevard du Cap  
B. P. 78  
06 - ANTIBES

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) BILIOTTI (E.). — Biologie de *Phryxe caudata* Rondani (dipt. larvoevoridae). Parasite de la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.). *Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole de France*, vol. 35, n° 1, 1956, pp. 50-65.
- (2) BILIOTTI (E.). — Parasites et prédateurs de *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidopterae). *Entomophaga*, tome III, n° 1, 1958, pp. 23-24.
- (3) BILIOTTI (E.), DEMOLIN (G.), DU MERLE (P.). — Parasitisme de la Processionnaire du pin par *Villa quinquemaculata* Wied. apud Weig. (dipt. Bombyliidae). Importance du comportement de ponte du parasite. *Annales des Epiphyties*, vol. 16, n° 3, 1965, pp. 279-288.
- (4) BILIOTTI (E.), CHARMET (F.), GRISON (P.). — Etudes sur les traitements par brouillard insecticide en forêt. *Annales des Epiphyties*, n° 2, 1955, pp. 229-284.
- (5) CALAS (M.). — La Processionnaire du pin (*Cnethocampa pityocampa*), mœurs et métamorphose, ravages, destruction. Exposition Universelle de Paris, 1900.
- (6) C.E.R.A.F.E.R. — La Processionnaire du pin — Note d'information sur la biologie et les techniques de lutte. - s.l., C.E.R.A.F.E.R. - I.N.R.A., 1969, 25 p.
- (7) DEMOLIN (G.). — Comportement des adultes de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, n° 255, 1962, pp. 2838-2839.
- (8) DEMOLIN (G.). — Les mirails urticants de la Processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *Revue de zoologie agricole et appliquée*, 4<sup>e</sup> trim., n° 10-12, 1963, pp. 107-114.
- (9) DEMOLIN (G.). — Réflexions sur le comportement des insectes nocturnes soumis à une source lumineuse attractive. Application à une nouvelle technique de piégeage. *Revue générale des sciences pures et appliquées*, tome LXXI, n° 1-2, 1964, pp. 15-24.
- (10) DEMOLIN (G.), DELMAS (J.C.). — Les éphippigères, orthoptères tettigonidae, prédateurs occasionnels mais importants de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *Entomophaga*, n° 12, 1967, pp. 399-401.
- (11) DEMOLIN (G.). — Comportement des adultes de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Dispersion spatiale. Importance économique. *Annales des sciences forestières*, vol. 26, fasc. 1, 1968, pp. 81-102.
- (12) DEMOLIN (G.). — Bioécologie de la Processionnaire du pin. Incidence des facteurs climatiques. *Boletín del Servicio de Plagas forestales*, n° 23, 1969.
- (13) DEMOLIN (G.). — Incidence de quelques facteurs agissant sur le comportement social des chenilles de *Thaumetopoea pityocampa* en procession de nymphose. Répercussion sur l'efficacité des parasites. Colloque de Pont-à-Mousson - Novembre 1969 (A paraître dans les *Annales de zoologie, écologie animale*).
- (14) DU MERLE (P.). — Cycle biologique d'un Diptère Bombyliidae du genre *Villa*. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, n° 259, 1964, pp. 1657-1659.
- (15) FABRE (J.H.). — Souvenirs entomologiques, tome IV.
- (16) GRISON (P.), MAURY (R.), VAGO (C.). — La lutte contre la Processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) dans le massif du Ventoux. Essai d'utilisation pratique d'un virus spécifique. *Revue Forestière Française*, n° 5, 1959, pp. 353-367.