

DOCUMENTS
POUR L'UTILISATION DE LA CARTE ÉCOLOGIQUE
DANS LA LUTTE CONTRE LES MOUSTIQUES
DU GENRE *Aedes* DE LA RÉGION RHONE-ALPES

par G. AIN, G. PAUTOU et F. VIGNY

Nous nous sommes efforcés dans le chapitre suivant d'adapter, dans notre région, les méthodes qui ont été mises au point sur le littoral méditerranéen. Les problèmes qui se posent dans la région Rhône-Alpes sont bien différents de ceux qu'il fallait résoudre sur le littoral, mais les principes à partir desquels ont été élaborées les méthodes de lutte restent les mêmes; seules les modalités d'application varient.

I. — ENSEMBLES ÉCOLOGIQUES

On désigne par « ensemble écologique » une zone de surface variable liée à un certain mode d'hydromorphie responsable de rythmes d'assèchement et de mise en eau des gîtes, qui sont les facteurs essentiels régissant la biologie des espèces vivant dans les eaux temporaires. Nous avons distingué quatre grands ensembles (fig. 1) :

— l'ensemble des terrains riverains du Rhône, immergés par débordement ou par remontée de la nappe phréatique (A).

— le Marais de Lavours proprement dit, mis en eau par les pluies locales (B).

— l'ensemble des terrains soumis au débordement du Séran (C).

— l'auréole de tourbe alimentée par les eaux de résurgence, mais où il n'y a pas d'espèces culicidiennes (D).

La notion d'ensemble écologique est fondamentale, car elle permet de regrouper les unités écologiques qui fonctionnent de la même façon à un moment donné, c'est-à-dire où le cycle biologique d'une ou plusieurs espèces pourra s'accomplir jusqu'à l'envol des adultes : en effet, on peut

trouver des unités écologiques de même type appartenant à deux ensembles différents; seule l'unité faisant partie de l'ensemble mis en eau fonctionnera. C'est le cas, par exemple, des prairies à hautes herbes qui sont inondées par débordement du Séran ou du Rhône, alors que des formations en tous points comparables restent asséchées dans le marais de Lavours proprement dit (B).

Le découpage en grands ensembles écologiques est donc nécessaire pour prévoir la mise en eau d'un certain nombre de gîtes et organiser rationnellement les traitements.

II. — UNITES ECOLOGIQUES (Fig. 3 et 4)

Les ensembles écologiques sont constitués par un certain nombre d'unités écologiques, traduisant des niveaux différents de la nappe phréatique et présentant une facilité plus ou moins grande à être inondés et à retenir l'eau en surface. Elles correspondent aux groupements végétaux et à leurs variantes, tels qu'ils ont été définis dans le texte précédent. On distinguera :

— des unités écologiques où les *Aedes* ne peuvent pas s'installer : terrain trop sec pour permettre la survie des œufs, eau ne persistant pas en surface pour assurer l'accomplissement du cycle larvaire : c'est le cas, par exemple, des prairies à Graminées et des Chênaies-Frênaies; eaux permanentes : c'est le cas des plans d'eau à *Nymphaea alba*, des Phragmitaies aquatiques.

— des unités qui constituent des gîtes larvaires potentiels, pouvant fonctionner à un moment donné, c'est-à-dire réunissant les conditions qui permettent l'éclosion des œufs, la vie larvaire et l'envol des adultes. Ainsi, dans le cas des *Aedes* fluviatiles (*Aedes vexans*, *Aedes sticticus*), un certain nombre d'unités constituent des gîtes potentiels : ce sont la Phragmitaie à *Carex*, la Cariçaie eutrophe, certains fossés, les prairies à hautes herbes et leur variante à Graminées. Ces unités correspondent à un gradient décroissant du facteur eau. La possibilité que chaque unité aura de fonctionner dépendra des corrélations entre les rythmes d'assèchement et de mise en eau et le cycle biologique de ces espèces.

III. — CORRELATIONS ENTRE LE CYCLE DES *AEDES* ET LES CONDITIONS ECOLOGIQUES

Le cycle biologique des *Aedes* est représenté sur la fig. 2. Chaque espèce exige aux différents stades du cycle biologique (œuf, larve, nymphe, adulte) des conditions très spécifiques : permanence de l'eau pendant la

vie larvaire, nécessité pour les femelles de prendre un repas de sang afin que les œufs puissent se développer, etc...), qui sont impératives pour assurer la pérennité de l'espèce. Nous ne précisons ici que quelques points particuliers, illustrant ces corrélations entre les exigences de l'espèce et le milieu, et plus précisément au moment des stades immatures.

a) Pour que la ponte puisse s'effectuer de façon optimale, il faut que les gîtes potentiels soient asséchés au moment où la femelle doit déposer ses œufs. (Pour *Aedes rusticus*, la période de ponte se situe en juin et juillet, pour *Aedes cantans* à la fin juillet et au mois d'août). Par gîte asséché nous entendons gîte où il n'y a pas de plan d'eau libre permettant la vie larvaire. Nous signalerons que c'est sur un sol humide où il existe une très fine pellicule d'eau que la ponte s'effectue le plus facilement. Il y aura donc un certain nombre d'unités qui seront réceptives, d'autres non. C'est le cas, par exemple, de la Phragmitaie à *Carex* qui est inondée pendant de longues périodes, immersion rendant difficile la ponte d'*Aedes vexans* et d'*Aedes sticticus*; en général il n'y a qu'une seule génération par an dans cette unité, et la densité larvaire n'y est jamais très forte.

b) Un assèchement hivernal favorise le développement et l'éclosion des œufs d'*Aedes vexans* et d'*Aedes sticticus*.

c) Les larves d'*Aedes rusticus* qui ont un cycle assez long exigent, comme tous les Culicidés, la permanence de l'eau pendant toute la durée larvaire (18 à 25 jours pour des températures comprises entre 0° et 10°). Si un assèchement se produit, elles seront détruites dans les unités les moins hygrophiles.

Ces quelques observations mettent en lumière l'importance d'une surveillance stricte des périodes d'assèchement et de mise en eau des différentes unités et de leur durée.

IV. — FONCTIONNEMENT DES UNITES ECOLOGIQUES AU COURS DE L'ANNEE 1968

A. — ENSEMBLE DU MARAIS DE LAVOURS PROPREMENT DIT

La pluviosité joue un rôle fondamental dans la mise en eau du Marais de Lavours. La fig. 5 fait ressortir qu'une pluviosité mensuelle de 100 à 120 mm s'accompagne d'une mise en eau durable des *Cariçaies* eutrophes et des *Aunaies* typiques. Les prairies à hautes herbes sont inondées par des pluies correspondant à une moyenne mensuelle de 140 à 160 mm.

1. — Fonctionnement des groupements prairiaux (fig. 7)

L'été 1967, très sec (pluviosité inférieure à 60 mm pour les mois de juin, juillet, août et septembre), fut caractérisé par un assèchement de

tous les gîtes potentiels où sont inféodés les *Aedes* fluviatiles : *Aedes vexans* et *Aedes sticticus*. Les pluies de mai 1968 (pluviosité moyenne (Pm) : 110-130 mm) entraînèrent une mise en eau des Phragmitaies à *Carex*, des Cariçaies et des prairies à hautes herbes et furent responsables de l'apparition d'une première génération larvaire. Un assèchement d'ordre moyen (correspondant à une pluviosité mensuelle de 85 mm en juin et juillet) intéressa tous les niveaux qui constituent les gîtes potentiels sauf la Phragmitaie à *Carex* qui resta inondée. Les pluies très fortes de la fin août et de septembre (Pm : 175 mm) ont permis le fonctionnement de toutes les unités constituant des gîtes potentiels et en particulier la prairie à hautes herbes et Graminées qui, lors d'une mise en eau normale, ne possède qu'une surface de gîtes très limitée. Dans cette dernière unité, en 1968, la prolifération fut très forte; cela s'explique par l'éclosion d'œufs dont l'évolution avait été impossible antérieurement par absence de mise en eau durable. Par contre, les unités ayant fonctionné récemment présentaient une densité larvaire bien plus faible.

Si l'eau persiste pendant un temps suffisamment long pour assurer la vie larvaire, *Aedes rusticus* peut s'installer dans les formations les plus hygrophiles : Phragmitaie à *Carex* et Cariçaie.

2. — Fonctionnement des formations boisées (fig. 8)

Les conditions furent sensiblement différentes pour les *Aedes* forestiers : *Aedes cantans* et *Aedes rusticus*. L'assèchement estival intéressa tous les gîtes potentiels et en particulier certains fossés où en général l'eau persiste tout au long de l'été. Aussi la ponte fut certainement possible dans les niveaux les plus hygrophiles qui, en principe, sont immergés. La mise en eau d'hiver permit dès octobre le développement des larves d'*Aedes rusticus* dans les Aunaies typiques, les Aunaies à Frêne, les fossés de moyenne et de grande profondeur et certaines terrières. On notera qu'un assèchement important en mars-avril intéressa les formations les moins hygrophiles et détruisit la plupart des larves. Seuls les fossés profonds et les terrières restèrent inondés, permettant l'évolution du cycle larvaire d'*Aedes rusticus* et, en mars, l'apparition des larves d'*Aedes cantans*. La mise en eau de mai (Pm : 130 mm) intéressa les Aunaies typiques et les parties basses des Aunaies à Frêne, permettant l'éclosion des œufs non encore développés (les œufs, d'après MARSHALL, 1938, n'ont pas la même valeur biologique et peuvent éclore à retardement). A cette époque, le cycle larvaire est de courte durée (15 jours environ), car les températures sont élevées. Nous remarquerons cependant que la densité larvaire était très faible et ne nécessitait pas d'épandage d'insecticides. Ainsi il y eut un fonctionnement principal en *Aedes rusticus* et en *Aedes cantans* de certains fossés et un fonctionnement secondaire des Aunaies, mais qui n'entraîna qu'un envol très limité d'adultes.

Il serait très important de déterminer la proportion d'adultes issus de ces fonctionnements.

B. — ENSEMBLE DES BORDS DU RHONE (Fig. 9 et 10)

Il est difficile de prévoir les mises en eau du Rhône, car le fleuve a un régime assez irrégulier. Cependant l'usine hydroélectrique de Génissiat tamponne légèrement les variations du niveau (retenues en juin, lâchers en septembre). Quoi qu'il en soit, ce régime présente chaque année certaines caractéristiques : la période de hautes eaux se produit pendant la saison chaude. Il en résulte que les périodes d'assèchement des gîtes sont de courte durée (7 à 15 jours, comme on le voit sur le tableau n° 6). Aussi faut-il qu'il y ait correspondance parfaite entre le cycle biologique des différentes espèces et les mises en eau. (Nous avons représenté, sur le tableau n° 6, par un trait discontinu la hauteur du fleuve correspondant à une mise en eau des Cariçaises et des Aunaies).

Il semble bien, en définitive, que les unités écologiques qui fonctionnent en *Aedes rusticus* soient très limitées; en effet, au moment des basses eaux qui se produisent régulièrement pendant la saison froide ou au début du printemps, un nombre respectable de larves est détruit. Seules certaines lînes présentent un fonctionnement principal. Nous avons, en 1968, noté un fonctionnement secondaire des Aunaies, par suite de la montée des eaux qui se produit au printemps, mais il semble bien que les adultes issus de ce fonctionnement aient été peu nombreux. *Aedes cantans* semble avoir des difficultés à s'installer dans l'ensemble dépendant du Rhône.

Pour *Aedes vexans* et *Aedes sticticus*, nous noterons toujours une première génération larvaire en juin, au moment de la montée inéluctable des eaux. Cette année, il y eut une deuxième période d'évolution larvaire en août. Les *Aedes* ripicoles, par suite de leur cycle biologique court et des fortes mises en eau du Rhône, ont une surface de gîtes importante dans l'ensemble écologique dépendant du fleuve : Cariçaises, prairies à hautes herbes, lînes, Aunaies à *Alnus incana*. Ces *Aedes* fluviales constituent le véritable problème de l'ensemble dépendant du Rhône, car on dispose seulement de huit jours pour traiter des surfaces importantes de gîtes.

C. — CONCLUSION

D'après ces quelques observations, on peut penser que, mises à part des années exceptionnelles, la ponte pourra s'effectuer de façon satisfaisante. Seul le niveau où elle aura lieu variera avec l'année : il est probable en effet que, si une unité est inondée, la ponte s'effectuera dans l'unité qui est immédiatement au-dessus.

De plus, si cette unité n'a pas fonctionné depuis longtemps, il peut y avoir des œufs qui ont été déposés sur le sol au cours des années précédentes (les œufs d'*Aedes vexans* et *Aedes sticticus* survivent en grand nombre pendant deux à trois ans). Cette unité fonctionnera si une mise en eau durable intervient. Par contre l'unité inondée au moment de la ponte ayant fonctionné auparavant ne sera pas affectée par cette nouvelle mise en eau qui n'entraînera seulement qu'une augmentation de la hauteur d'eau dans le gîte.

CARTE DE LA VÉGÉTATION DES ALPES

En fait, on peut penser que dans les gîtes potentiels de ponte, il existera toujours un stock plus ou moins important d'œufs, importance dépendant des rythmes d'assèchement et de mise en eau qui ont affecté les gîtes durant les deux ou trois dernières années. Il serait très intéressant d'étudier la localisation des œufs et leur répartition au sein de l'unité, car on pourrait envisager une lutte physique dans les facettes écologiques où la densité est très forte. Les œufs pourront éclore dès que les conditions écologiques seront favorables. Aussi le facteur essentiel réside-t-il dans l'importance et la durée des mises en eau.

Les observations que nous avons faites sur les mises en eau nous permettent de penser que chaque année il faut s'attendre à une première période d'évolution larvaire d'*Aedes vexans* et d'*Aedes sticticus* en mai-juin dans tous les ensembles écologiques, affectant une ou plusieurs unités. En année de pluviosité moyenne, les Cariçaies eutrophes et les prairies à hautes herbes fonctionneront régulièrement. La probabilité d'une deuxième et troisième période d'évolution larvaire est sous la dépendance des conditions climatiques de l'été; aussi est-il difficile de faire des prévisions.

Pour les *Aedes* forestiers, on notera toujours un fonctionnement principal, mais n'affectant que quelques unités. Le problème le plus important et sur lequel nous manquons encore de données est celui des fonctionnements secondaires se produisant avril-mai au moment des pluies de printemps et des hautes eaux-du-Rhône.

VI — UTILISATION DE LA CARTE ECOLOGIQUE

La carte écologique est un document dont il faut utiliser l'aspect dynamique. En effet, si elle donne les limites d'unités écologiques, c'est-à-dire de secteurs équipotentiels qui, au sein d'un ensemble écologique, réagiront de la même manière, les unités où des fonctionnements se produiront et où l'on devra donc effectuer des traitements dépendront des facteurs climatiques (pluviosité locale pour le Marais de Lavours, pluviosité du Valromey pour les débordements du Séran, fonte des neiges et régime des affluents du Rhône pour l'ensemble dépendant étroitement du fleuve). Ainsi, suivant l'année, les zones où l'on devra assurer les traitements comprendront pour chaque espèce une ou plusieurs unités écologiques.

La comparaison des courbes pluviométriques et des hauteurs de la nappe phréatique dans des stations de contrôle, la localisation très précise des unités qui sont inondées et des unités asséchées permettent de prévoir les niveaux où des fonctionnements pourront se produire. Il serait intéressant, pour faciliter le travail opérationnel, de dresser chaque mois un état des conditions d'hydromorphie des différentes unités.

Enfin des courbes de températures devront être établies pour suivre avec précision les diverses étapes du cycle biologique et prévoir, par

exemple, l'apparition des adultes. Quelques exemples illustrent l'importance de disposer de données thermiques; des températures très basses voisines de 0 °C sont nécessaires à certaines espèces pour permettre la réactivation de l'embryon. Pour *Aedes vexans* et *Aedes sticticus*, des températures assez élevées (T moyenne au-delà de 10°) et se maintenant pendant quelques jours sont indispensables pour briser le cycle d'hibernation des œufs et rendre possible le processus d'éclosion. Enfin pour la plupart des espèces, l'évolution larvaire est d'autant plus rapide que les températures sont plus élevées.

VI. — LES TRAITEMENTS

La nécessité d'épandage d'insecticides dans chaque unité dépend de plusieurs paramètres : espèces présentes dans les gîtes, stades larvaires de ces espèces, conditions météorologiques locales, hauteur d'eau dans les gîtes, texture du sol, situation topographique (en effet, dans le cas où les groupements se trouvent sur un terrain en pente il peut y avoir un déplacement des larves vers les parties basses, surtout s'il y a une baisse du niveau d'eau dans les gîtes), sens de circulation de eaux, matériel disponible. Aussi une connaissance parfaite des conditions écologiques est-elle indispensable pour juger de l'opportunité et de l'urgence d'un traitement. En effet, dans certains cas le traitement, pour être efficace, doit être fait dès les premiers stades larvaires; dans d'autres cas, une attente raisonnée peut aboutir aux mêmes résultats qu'un traitement hâtif. Ainsi chaque année, les traitements ne peuvent être faits de façon systématique; avant d'entreprendre l'épandage des produits, il est indispensable d'avoir une appréciation parfaite des possibilités réelles de fonctionnement des diverses unités et une vue synthétique des problèmes qui se posent dans les différents ensembles.

Bibliographie

L'Ecologie des Moustiques. — Rapport scientifique de l'O.M.S., 1967, n° 368, Genève, 24 pages.

GABINAUD A. (1967). — Contribution à l'étude des gîtes larvaires du département de l'Aude. Vers une utilisation plus rationnelle de la carte écologique. — Doc. ronéotypés (Entente Interdépart. pour la Démoust. du Litt. médit., Montpellier).

Autres travaux cités dans le texte précédent.