



LA DIAPAUSE ou comment passer l'hiver dehors quand on est un insecte...

par Bernard MAUCHAMP

Insectes n° 69 (1988-2)

Arrêt momentané de développement de l'oeuf, de la larve ou de la nymphe ou période de vie léthargique de l'adulte en attendant des conditions plus clémentes, la diapause des insectes est un des phénomènes d'adaptation au milieu les plus élaborés. Déclenchée par la diminution des jours et levée par un passage au froid, la diapause, comme la plupart des mécanismes biologiques, est contrôlée par les hormones.

Chaque année, à la fin de l'automne, quelque chose change autour de nous, sans que nous nous en rendions vraiment compte : les insectes deviennent rares. Beaucoup diront : "Quelle chance, plus de moustiques, plus de pucerons sur les rosiers !" Mais, vous lecteurs "d'Insectes" qui êtes intéressés par la vie des insectes, vous êtes-vous posés la question de savoir ce qu'ils deviennent, où ils sont cachés et comment ils survivent ?

En tentant de répondre à ces questions, nous allons voir à quel point les insectes ont su s'adapter, pour vivre et survivre sur toute la surface de la terre, d'un pôle à l'autre ; en effet, dans le grand Nord comme dans l'Antarctique, on trouve des insectes pendant les quelques semaines les plus chau-

des, à savoir quelques degrés au-dessus de zéro. Essayons tout d'abord de comprendre comment vivent les insectes dans nos régions tempérées où le climat est marqué par des saisons chaudes et des saisons froides.

Une mère prévoyante

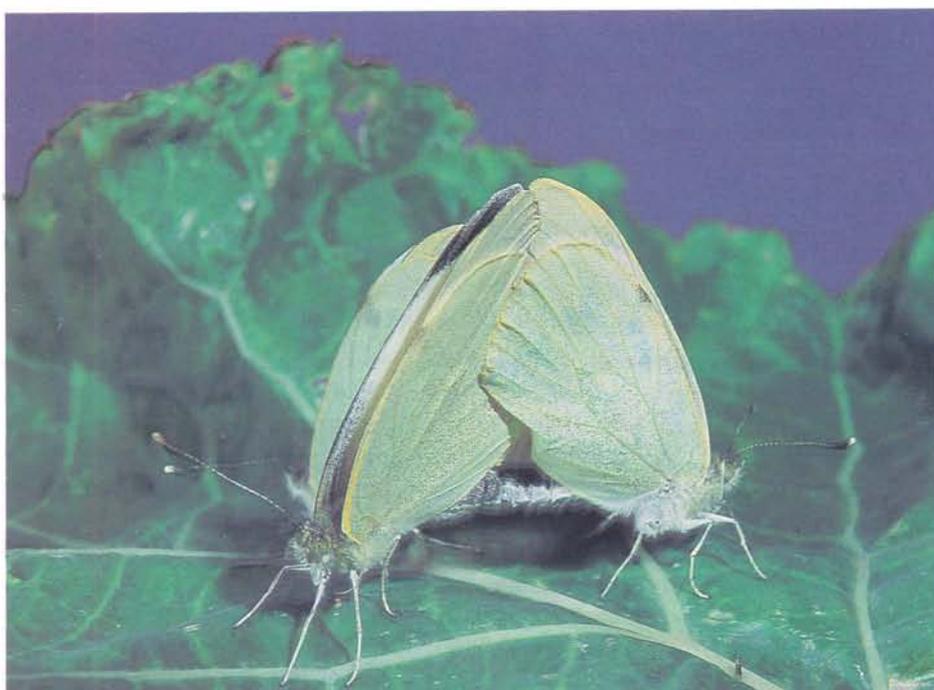
Les beaux jours de l'été se terminent, l'automne arrive. On s'extasie devant les couleurs que prennent les arbres, le jaune d'or des Ginkgos, le rouge flamboyant des Erables ; quelques jours de grand vent et ce manteau multicolore part en charpie pour se transformer en litière bien terne. Quoi de plus naturel, mais pendant ce temps, que sont devenus les insectes, qui, quelques

mois auparavant, défoliaient les forêts et dévastaient les cultures ?

Étudions dans un premier temps la biologie d'un insecte commun : la Piéride du Chou (*Pieris brassicae* L.)

Ce papillon blanc, aux ailes à peine maculées de noir, est commun dans toutes les régions de France où il peut présenter une ou deux générations par an.

Il apparaît au cours des premiers jours de mai lorsque le soleil commence vraiment à nous donner envie de sortir. Après quelques jours, mâles et femelles s'accouplent. La femelle fécondée part à la recherche d'un site où elle va pondre ses oeufs. Un endroit à l'abri ? Non, tant pis pour ceux qui seront détruits, sur les 200 oeufs pondus, diable si quelques-uns ne survivent pas. Un endroit bien exposé pour bénéficier des rayons du soleil ? Non plus ?... Mais alors où ? Eh bien, si on peut dire, directement à table : les oeufs sont pondus sur la plante nourricière. Celle que préfèrent les Piérides est le chou, mais à défaut, toute autre Crucifère fait l'affaire. Si on laisse la femelle tranquille pendant la ponte, elle range avec soin ses oeufs les uns à côté des autres, sur la face inférieure des feuilles. La ponte terminée, la descendance est assurée et notre papillon survit quelques jours avant de mourir. Mais pendant ce temps dans les oeufs les embryons se développent pour donner le jour à des chenilles minuscules, qui, à peine écloses, se mettent en quête de nourriture. Elles commencent par manger ce qui reste de la coquille de leurs oeufs puis s'attaquent à leur plat préféré, le chou. Quelle chance de se trouver là ; sans la prévision de la mère, toutes ces jeunes chenilles seraient mortes de faim. Elles grandissent jusqu'à atteindre environ 5 cm et peser 600 mg. Heureusement que nous



La Piéride du chou : un insecte qui présente une diapause nymphale (cliché R. Coutin)

savons qu'il s'agit de la progéniture du papillon blanc. Jamais nous ne l'aurions reconnue car la ressemblance avec les parents n'est pas évidente. Au cours de la croissance, plusieurs fois les chenilles ont changé de costume pour en prendre un plus grand (mécanisme de la mue), mais sans changer d'aspect.

Changement de "look"

En fin de croissance, les chenilles semblent prises de panique et se mettent à "courir" dans tous les sens, elles quittent le banquet et se dispersent. Il reste encore à manger mais rien n'y fait. Après cette course folle, où visiblement elles cherchent à grimper quelque part, elles s'immobilisent et dodelinent de la tête comme pour dire qu'elles sont arrivées et que la place leur convient. En fait, elles sont en train de tisser un tapis de soie sur lequel elles s'accrochent fermement par l'extrémité de l'abdomen, et pour plus de sécurité s'entourent d'une ceinture. Elles restent là, presque immobiles, 24 heures durant. Puis nouvelle transformation, changement de look et même changement de nom : elles deviennent chrysalides. Curieux aspect ! Plus de pattes, la tête complètement encapuchonnée comme des poupées russes. Pendant plusieurs jours, apparemment rien ne se passe mais, en regardant plus attentivement, nous voyons la couleur changer et devenir complètement jaune avec des macules noires. Puis après quelques soubresauts, l'enveloppe se déchire. Il en sort un être qui ressemble à un papillon mais avec des moignons d'ailes. Après quelques heures nous reconnaissons bien la copie du papillon d'origine. Ce papillon après quelques jours va rencontrer son congénère et l'histoire pourrait recommencer.

Continuons à voir ce qui se passe. De nouveaux oeufs sont pondus. De nouvelles chenilles grandissent, qui se transforment en chrysalides. Mais au bout d'une dizaine de jours pas de changement de couleur. Quinze jours plus tard toujours rien. Les jours passent, le vent se lève, les feuilles d'automne sont tombées. Le froid s'installe jusqu'à plusieurs degrés au-dessous de zéro. Les chrysalides presque immobiles ne montrent aucun changement.

Vent, pluie, neige, les mois défilent, mars se termine avec ses giboulées, avril commence à se réchauffer, toujours rien. Les chrysalides sont-elles mortes ? Quand mai arrive, on voit enfin la chrysalide changer de couleur, et peu après le papillon se libère. En fait, seule la première génération

Diapause et stades de développement

Chez la Piéride, la diapause a lieu au stade chrysalide. Ce n'est pas le cas pour tous les insectes ; si la diapause a toujours lieu au même moment pour une espèce donnée, elle apparaît à des étapes très différents du développement selon les espèces.

Diapause à l'état oeuf : de nombreux insectes pondent, en automne, des oeufs d'où de jeunes larves n'éclosent qu'au printemps. La diapause peut avoir lieu à tous les stades du développement de ces oeufs : très tôt, avant la formation complète de l'embryon, comme chez le Ver à soie ou plus tard, lorsque la larve de premier stade est déjà différenciée.

Diapause à l'état larvaire : la larve, pour atteindre sa taille maximale subit plusieurs mues, dont le nombre est fixe pour une espèce. Certains insectes, entrent en diapause pendant le premier stade larvaire ; d'autres, comme la Pyrale du maïs ont une diapause qui affecte le dernier stade larvaire. La Pyrale ne se transforme pas en chrysalide et passe l'hiver dans les cannes ou les rafles de maïs qui, à la récolte, sont seulement brisées sans dommage pour les chenilles. Celles-ci reprennent leur développement au printemps et causent de gros dommages si du maïs est replanté sur la même parcelle. Il est donc prudent de broyer rafles et cannes avec un rotavator, ce qui permet d'éliminer les pyrales sans utiliser d'insecticide. Preuve supplémentaire qu'une conduite raisonnée des cultures contribue à limiter la prolifération des nuisibles.

Diapause à l'état nymphal : ce mode de diapause, décrit en détail dans l'exemple de la Piéride, est probablement le plus fréquent chez les insectes.

Diapause à l'état adulte : il est très courant d'observer des insectes adultes en diapause : les Coccinelles et Chrysopes regroupées en grand nombre, l'hiver, dans nos maisons, le Paon de jour ou la Vanesse de l'ortie, ... Ils sont peu actifs, ne s'alimentent pratiquement pas et surtout sont incapables de se reproduire. Ce n'est qu'au printemps suivant qu'ils reprennent leur activité. ■

annuelle voit son cycle se dérouler complètement, au cours de la deuxième génération, tout développement s'arrête à l'état de chrysalide.

Le développement s'arrête, l'hiver passe et la croissance reprend au printemps suivant. Chacun peut le vérifier en récoltant des chenilles à l'automne, en les mettant dans une boîte fermée par un morceau de tulle et en les laissant dehors.

Un ordre enregistré et exécuté plus tard

Au cours de la 2ème génération, à l'intérieur de la chrysalide, tout s'arrête. Cet arrêt de développement, qui s'appelle la diapause, dure tant que les conditions de milieu entourant la vie de l'insecte restent défavorables. Les insectes sont des animaux à sang froid et la température de leur corps suit rigoureusement la température ambiante. Quand la température diminue, l'activité de leurs cellules diminue. Curieusement, l'insecte en diapause, remis dans des conditions de température compatibles

avec la reprise d'une activité cellulaire, ne reprend pas son développement. Les chrysalides de Piérides récoltées en hiver, une fois rentrées dans la maison, ne se développent pas... et ce n'est pas la diminution de température qui explique ce qui se passe car, lorsqu'apparaissent les chrysalides de la 2ème génération, il ne fait pas encore froid et, pourtant, elles ne se développent pas. L'état de diapause est donc induit bien avant l'hiver.

Quelles sont les causes du déclenchement de cette diapause ? La principale raison est la photopériode, c'est-à-dire, la durée relative des jours et des nuits, des périodes de lumière et d'obscurité : la diapause est une conséquence du changement de la durée de la phase diurne quotidienne. Après le solstice d'été, la durée du jour diminue, cette diminution va en s'accroissant jusqu'à l'hiver. Même si au départ, le phénomène, qui s'accroît en automne, n'est pas encore très net, l'insecte est déjà capable de le percevoir. En fin d'été, les chenilles qui se développent sont sensibles à ce signal qui signifie que l'automne et l'hiver arrivent. Pour l'insecte qui mange des feuilles, cela

Diapause et voltinisme

En laboratoire, avec une photopériode contrôlée, on peut obtenir à loisir des chrysalides diapauses ou non. Une photopériode mimant les conditions estivales, où 16 heures d'éclairement alternent avec 8 heures d'obscurité, ne déclenche aucune diapause. Les générations se succèdent de manière continue sans aucune diapause. Chez de telles espèces, la diapause est dite «facultative».

Dans la nature, il est rare d'observer ainsi des cycles de développement de façon continue sans diapause. Lorsqu'il n'y a qu'une seule génération, on parle d'espèce univoltine, s'il y en a deux, on parle d'espèce bivoltine, s'il en a plusieurs, on qualifie l'espèce de multivoltine. Cette notion est très liée aux conditions locales ; ainsi, la Pyrale du maïs, univoltine dans le Nord de la France, est souvent bivoltine dans le Sud-Ouest. Le voltinisme est une notion très claire pour les espèces dont le cycle est inférieur à une année ; la diapause, dans ces conditions, a toujours lieu au même stade. Pour les espèces dont le cycle est supérieur à un an, telles le Hanneton dont le cycle est de 3 ans, le Taupin chez qui il dure 4 ans, certains Chironomes d'Alaska chez qui il atteint 7 ans ou certaines cigales, 17 ans, le problème est beaucoup plus complexe. La diapause apparaît à différentes étapes du cycle. C'est le cas d'*Ectobius lapponicus*, Blatte commune dans nos forêts et dont le cycle dure 2 ans. On observe une diapause au stade œuf durant le premier hiver puis une diapause au 4^{ème} stade larvaire au cours du second hiver.

Par opposition aux espèces à diapause facultative, il existe des insectes dits à "diapause obligatoire", chez lesquels la diapause s'exprime, même en laboratoire, quelles que soient les conditions.

Signalons enfin que bon nombre d'espèces à cycle long se protègent en s'enfouissant dans le sol où les variations de température sont moins marquées. Elles y mènent, tant que les conditions sont défavorables, une vie ralentie sans qu'il y ait réellement une diapause : on parle alors de quiescence. ■

signifie que, bientôt, il n'y en aura plus. Il faut donc que la période d'alimentation soit terminée ou bien que l'insecte s'arrête de s'alimenter.

La réduction de la durée des jours induit l'état de diapause, la chenille de Piéride continue à s'alimenter jusqu'à atteindre l'état de chrysalide, état durant lequel la diapause s'exprime. Non seulement il y a perception d'un signal, mais celui-ci est enregistré et l'ordre n'est exécuté que plus tard. Une chenille, récoltée en automne et rentrée au chaud, entre quand même en diapause après formation de la chrysalide. Cette phase de perception de la lumière s'appelle la période d'induction de la diapause.

Température et nourriture

Dans la nature, la chrysalide subit les conditions climatiques, et, en particulier, le froid. Au printemps, le développement reprend pour se terminer par la sortie du papillon. Après une exposition au froid, l'état de diapause semble avoir disparu. Effectivement, pour mettre fin à la diapause, l'insecte a besoin de subir des températures basses pendant une période plus ou moins longue.

Cette action du froid induit la levée de la diapause. Lorsque l'insecte a passé un certain nombre de jours au froid, la diapause est levée mais, son développement ne reprend que si la température ambiante est suffisante. Des chrysalides en diapause, rentrées au chaud en fin d'hiver, se développent car la diapause a été levée par le froid de l'hiver et le développement reprend car la température est suffisante. A l'extérieur, pour poursuivre son développement, la chrysalide doit attendre les températures clémentes du début du mois de mai.

D'autres facteurs peuvent également induire la diapause. Même s'ils ont une importance moins marquée, ils ne doivent pas être négligés. La température peut avoir une incidence sur le développement de l'insecte. Reprenons le cas de la Piéride. Si au printemps, la température est supérieure à la normale, le papillon apparaît plus tôt et la croissance de la chenille est plus rapide. Le papillon de la 2^{ème} génération pond plus tôt et le développement des chenilles se fait en été, lorsque les jours diminuent encore très peu. La chrysalide obtenue n'entre pas en diapause et il peut y avoir une génération supplémentaire qui connaîtra une diapause. Sans avoir une incidence directe sur la

diapause, la température décale le cycle de développement. On connaît également des cas où la température agit directement sur la diapause.

La qualité de la nourriture peut également avoir des répercussions : ainsi, un insecte nourri avec des feuilles sénescentes entre plus facilement en diapause. Le Doryphore, lorsqu'il qui mange de vieilles feuilles de pommes de terre, a une diapause anticipée. La densité de population, enfin, peut influencer sur la diapause mais il s'agit alors certainement d'un problème de qualité de nourriture altérée par les fortes populations ; ces deux facteurs sont très liés.

Des substances "anti-gel"

Maintenant que nous savons comment l'insecte perçoit les variations du milieu où il vit, voyons ce qui change en lui. Les hivers récents ont été rigoureux et dans certaines régions, la température est restée plusieurs jours durant sous -10 °C ; en montagne, de telles températures se maintiennent durant plusieurs mois. A 0°C, l'eau gèle, -18°C est la température d'un congélateur... La chrysalide en diapause gèle-t-elle ? Heureusement non... cela lui serait fatal.

La chrysalide de Piéride en diapause est résistante à toute sorte de traitements ; c'est le résultat de changements intervenus à l'intérieur de l'animal. Lors de l'induction de la diapause, l'insecte "sait" qu'il va devoir survivre longtemps dans des conditions bien peu favorables.

Une des modifications importantes qui marquent cet état est l'accumulation de réserves énergétiques qui seront presque uniquement utilisées pour assurer le métabolisme de base, activité minimale pour la survie des cellules et des tissus. De nombreux lipides et sucres sont stockés ; le tréhalose, sucre prédominant dans le sang, est, en grande partie, transformé en glycogène mis en réserve dans divers tissus.

On note parallèlement une diminution du métabolisme, c'est-à-dire de l'ensemble des réactions chimiques qui assurent le fonctionnement des cellules. Ces réactions transforment en énergie les aliments ingérés par la chenille en utilisant l'oxygène qu'elle respire. Deux fonctions principales assurent donc le métabolisme : la digestion et la respiration. Or, au cours de la diapause, ces fonctions sont presque arrêtées : l'insecte ne s'alimente plus et ne respire presque plus. Si l'arrêt de prise de nourriture n'est pas en relation avec la diapause puisqu'une chrysalide qui n'est pas en diapause ne s'alimente pas non plus, l'arrêt de la nutrition et, simultanément, la diminution de la respiration sont caractéristiques

de la diapause. Ceci correspond bien à une adaptation à des conditions défavorables puisqu'en dehors de l'état de diapause, le manque de nourriture pendant plus d'une semaine entraîne la mort de l'insecte. De même, l'oxygène est strictement indispensable à la vie alors que certaines larves d'Ephémères vivant dans les lacs gelés de Norvège peuvent vivre en anoxie complète pendant 3 à 4 mois lorsqu'elles sont en diapause.

Autre adaptation physiologique importante, l'adaptation au froid. La plupart des insectes passent l'hiver dehors et en supportent les rigueurs. Pour survivre, ils ont développé différents systèmes. Certains parcourent des milliers de kilomètres pour migrer vers des contrées plus tempérées. Certains s'enfouissent dans le sol, mais le système le plus élaboré consiste à se tenir à l'écart de l'eau qui pourrait geler sur eux en tissant un cocon qui les protège. Cela, bien sûr, ne suffit pas lorsque la température descend très bas.

L'insecte a stocké dans son sang et ses cellules des substances que l'on peut qualifier "d'anti-gel" : le glycérol, la plus importante, synthétisée à partir du tréhalose et du glycogène, mais aussi d'autres polyols comme le mannitol, le sorbitol ou le threitol, et certaines protéines, capables d'abaisser le point de congélation des liquides. Celles-ci sont synthétisées avant la diapause et elles s'accumulent dans le sang et les tissus. Les cellules sont également capables de se protéger en éliminant toutes les substances facilitant la congélation.

Un contrôle hormonal

La diapause est donc induite par la perception de plusieurs stimuli perçus à des phases variables du développement et elle s'exprime, parfois beaucoup plus tard, toujours au même moment. Chez la plupart des organismes, les stimuli externes affectent le métabolisme des hormones qui sont synthétisées et libérées dans l'organisme sous la dépendance de facteurs tels la photopériode, la température ou l'alimentation. La diapause n'échappe pas à la règle : elle est sous l'influence de productions d'hormones.

Chez les insectes, le système endocrine, qui produit ces hormones, se compose de 4 ensembles principaux : le cerveau et les corps cardiaques qui produisent des neurohormones stimulant la production d'hormones par les corps allates, les glandes prothoraciques et les ovaires. Les hormones du cerveau déclenchent la mue en stimulant la production d'hormones de mue par les glandes prothoraciques et d'hor-

none juvénile par les corps allates. Tant que le taux d'hormone juvénile est suffisant, l'animal garde ses caractères juvéniles et on passe, à chaque mue, d'un stade larvaire à un autre ; si par contre la production d'hormone juvénile diminue fortement, la mue suivante voit l'apparition du stade nymphal et la disparition totale de cette hormone conditionne la métamorphose, c'est-à-dire la formation de l'adulte. Chez cet adulte, l'hormone juvénile joue également un rôle dans la maturation des ovaires et le contrôle de la reproduction. Chez les adultes, la diapause se manifeste avant tout par un arrêt de la reproduction. Elle se caractérise par une activité réduite des corps allates qui ne produisent plus d'hormone juvénile. Cette réduction est une réponse aux stimuli externes qui agissent directement ou bien indirectement en limitant la production d'hormones du cerveau.

Chez la nymphe, la diapause résulte d'une déficience en hormone du cerveau qui, lorsqu'elle est présente, stimule la glande prothoracique, elle-même productrice de l'hormone de mue nécessaire à la poursuite du développement. D'ailleurs, en injectant de l'hormone de mue ou des substances comparables à l'hormone du cerveau, on lève la diapause.

Chez les larves, la diapause est due, le plus souvent, à une déficience en hormone du cerveau sans qu'il s'agisse d'une absence complète d'activité ; les hormones juvéniles peuvent être à l'origine de cette réduction d'activité du cerveau.

Enfin, dans le cas d'une diapause de l'oeuf, deux mécanismes sont possibles selon que cette diapause intervient en début de développement embryonnaire ou juste avant l'éclosion. Dans le 1er cas, ce sont les hormones de la mère qui sont impliquées, dans le 2ème cas, ce sont celles de l'embryon dont les glandes endocrines sont déjà différenciées.

Le Ver à soie, *Bombyx mori*, est un exemple du 1er cas décrit ; la mère produit et transmet aux oeufs, par l'intermédiaire de ses ovaires, une hormone de diapause. Il faut pour cela que l'oeuf dont est issu la mère ait été exposé à des photopériodes longues et des températures élevées. Les conditions climatiques subies durant le développement embryonnaire, se manifestent par une activation des glandes endocrines et la production d'hormones de diapause durant le stade nymphal ; cette hormone est incorporée dans les ovaires en cours de développement puis dans les oeufs. Dans ce cas, l'induction de la diapause à lieu pendant le développement embryonnaire et son expression également, mais dans les oeufs de la génération suivante : tout un cycle de développement s'intercale entre le stimulus et la réponse physiologique.

Dans les cas de diapause à un stade embryonnaire avancé, les hormones du cerveau, hormones de mue et l'hormone juvénile sont susceptibles d'intervenir ; les données actuelles sont encore peu nombreuses et trop imprécises.

Jouez avec «Insectes»

Vous récoltez dans la nature, en automne des chrysalides de Piéride que vous répartissez en 5 lots :

- lot n°1 : les chrysalides sont rentrées et conservées à la température de la maison ;
- lot n°2 : les chrysalides sont mises au réfrigérateur et ressorties après 15 jours ;
- lot n°3 : les chrysalides, mises au réfrigérateur, sont ressorties après 2 mois ;
- lot n°4 : les chrysalides, mises au réfrigérateur, y restent jusqu'à l'été suivant ;
- lot n°5 : les chrysalides sont laissées dehors.

Nous vous engageons à réaliser cette expérience.. mais la lecture attentive de cet article peut déjà vous permettre de savoir ce qu'il adviendra de chacun de ces lots de chrysalides.

Réponses

- lot n°1 : les chrysalides ne se développent pas et restent sous cette forme pendant plusieurs mois ;
- lot n°2 : seule une partie des chrysalides se développe pour donner des papillons ;
- lot n°3 : les chrysalides, après une vingtaine de jours, donnent des papillons ;
- lot n°4 : les chrysalides ne se développent pas tant qu'elles restent au froid ;
- lot n°5 : les chrysalides se transforment en papillons dès que la température redevient suffisante. ■

Diapause et agriculture

Cette présentation assez simple de la diapause ne doit pas masquer la réalité : il s'agit d'un mécanisme complexe. C'est un moyen d'adaptation qui prend en compte la variabilité des climats, des milieux et des espèces avec toutes les interactions possibles. Nos connaissances sont encore très partielles.

Au cours de l'évolution, se sont maintenues les espèces qui ont su s'adapter aux facteurs environnants, voire en tirer profit ; une espèce non adaptée à son milieu ne peut survivre. L'exemple le plus étonnant est celui des parasites qui ajustent leur développement à celui de leur hôte. Ils perçoivent les stimuli susceptibles de déclencher une diapause, photopériode, température, alimentation, ... par l'intermédiaire de leur hôte.

Cette particularité qu'est la diapause peut-elle être mise à profit en agriculture ? Prenons 2 exemples.

Les premiers à l'avoir fait sont les sériciculteurs qui élèvent des Vers pour la soie ; cette activité, si elle a presque disparu en Europe, reste importante en Asie. Certaines races de Bombyx ont une diapause obligatoire et il est alors impossible de produire plus d'une génération par an. En levant la diapause par des conditions d'élevage appropriées, on obtient plusieurs générations par an et on multiplie ainsi d'autant la production de soie.

Deuxième exemple récent, l'utilisation de moyens naturels, et notamment de parasitoïdes, pour protéger les cultures s'est développée. Ainsi, il semble possible de lutter contre la Pyrale du maïs avec le Tricho-

gramme. Cette micro-guêpe pond dans les oeufs de la Pyrale et donc les détruit. Pour mettre à profit cette particularité biologique, il faudrait effectuer, au moment précis où la quantité d'oeufs de Pyrale est maximale des lâchers massifs de Trichogrammes. Il faudrait donc disposer à un moment donné de quantités très importantes de parasites, ce que ne permettent pas les techniques traditionnelles d'élevage. En les élevant dans des conditions induisant la diapause puis en les conservant au froid jusqu'au moment propice, on peut accumuler les insectes et les libérer massivement dans la culture.

La diapause n'est pas le seul moyen utilisé par les insectes pour passer les saisons qui leur sont défavorables, mais c'est le seul moyen qu'ils ont de synchroniser leurs cycles de vie avec les variations saisonnières et en particulier le développement des plantes.

Comme nous le constatons, la diapause est un mécanisme très élaboré, complexe, passionnant à étudier et qui, sans doute, nous réserve encore bien des surprises. ■

L'auteur

Directeur du Laboratoire de Physiologie de l'Insecte de l'INRA, Bernard Mauchamp et son équipe travaillent sur l'utilisation, comme insecticides, d'antagonistes d'hormones d'insectes, alternative prometteuse à la lutte chimique traditionnelle. Travail de longue haleine, ce qui n'effraie pas ce chercheur qui est aussi... marathonnier.

... en bref...en bref...en bref...en bref...en bref...en bref...

Libellules et aéronautique

Les Libellules sont les Insectes dont les spécialistes de l'Aéronautique ont le plus à apprendre. Elles maîtrisent parfaitement le vol, utilisant à merveille chutes de pression et turbulences atmosphériques pour atteindre une vitesse ascensionnelle de 50 km/h. Elles savent aussi voler à reculons et développent, à l'envol, une force égale à 7 fois leur poids, contre 1,3 pour les avions les plus performants. Des chercheurs américains cherchent à comprendre comment la libellule est capable d'utiliser les tourbillons, ce qui leur permettra peut-être de

concevoir des avions plus sûrs, plus économiques ou plus silencieux...

Un exemple à suivre

The Nature Conservancy, 310 000 membres, présent dans les 50 états américains, 66 millions de dons par an... Cette organisation non gouvernementale possède 1/2 million d'hectares et gère près de 5000 réserves naturelles.

Or, son Conseil d'administration rassemble des représentants des plus grosses firmes industrielles américaines qui montrent ainsi leur intérêt pour la protection de la nature.

...en bref...en bref...

Ménage à trois

Ou comment échapper à une abeille vandale quand on est une pauvre petite fleur ? L'abeille *Trigona fulviventris* perce la corolle de la passiflore *Passiflora vitifolia* pour prélever son nectar, sans participer à la fécondation de la plante. Pour se défendre contre ce pillage, la plante a élaboré un stratagème diabolique : elle secrète une substance sucrée qui attire la fourmi *Ectatomma tuberculatum*, ennemi juré de l'abeille gourmande. La corolle de la passiflore se transforme en champ de bataille d'où le Trigone sort le plus souvent mal en point. ■

Moustiques et SIDA

Partez en vacances tranquilles ! Une récente étude épidémiologique conduite aux Etats-Unis a confirmé que les moustiques ne peuvent pas transmettre le virus du SIDA à l'homme. ■

Pesticides dans le Tiers-Monde

Utilisés massivement sur les grandes cultures du Tiers-Monde, les insecticides font d'inquiétants ravages dans les populations locales.

Pour tenter de limiter ces abus, le WWF a mis en place un intéressant projet d'élevage intégré au Zimbabwe. Il s'agit de développer l'élevage de mammifères sauvages résistants à la mouche tsé-tsé pour assurer une source de viande sans avoir à traiter. Parallèlement, des pièges à phéromones ont permis de réduire de 99 % les populations de mouche tsé-tsé sur une surface expérimentale de 600 km². Expérience prometteuse... à suivre de près. ■

Pelouse à vendre

Grâce à des dons publics, le Conservatoire des Sites Lorrains a pu acquérir les 24 ha de "La Ramonette" (Meuse) mis en vente par l'armée. Ce site de pelouses calcaires et fourrés thermophiles est d'un grand intérêt pour les naturalistes. H. G. Parent, lauréat 1987 du prix E. Billioti, a apporté sa contribution à cette action en cédant à ce Conservatoire le montant du prix remis par l'OPIE. ■