



Aphrophora pectoralis - Cliché Denys Liger

Par Laurent Pélozuelo

Insectes en interactions !

L'écologie, science qui étudie les relations des êtres vivants entre eux et avec les milieux dans lesquels ils vivent est, par définition, une science d'interactions. Dans un monde toujours en mouvement, elle s'avère souvent plus complexe qu'il apparaît au premier abord, révélant des effets indirects qui mettent en défaut l'intuition et la logique apparente. Quelques exemples concrets impliquant des insectes montrent combien la connaissance de ces interactions est nécessaire à la compréhension du monde vivant.

2010. Année de la biodiversité. Quel défi pour les écologies ! S'il incombe à l'écologie politique d'orienter les comportements humains, l'écologie scientifique est sommée de fournir des outils méthodologiques et conceptuels qui permettent non seulement de comprendre la crise biologique actuelle mais également de l'enrayer : la « gestion » de la biodiversité est, par nécessité, à la mode. Or, une telle gestion ne peut se limiter à la

description toujours inachevée d'un héritage fondant comme banque au soleil d'un ciel enrichi en CO₂ : il faut agir, tout en étant capable de prédire les résultats des actions entreprises ! Aux scientifiques donc de fournir les règles de restauration des écosystèmes permettant d'orienter leur évolution vers une issue positive. Mais le fonctionnement du « tissu » vivant de notre planète n'est pas facile à appréhender car chacune de ses « cellules »,

chaque espèce, est en interaction avec de nombreuses autres (voir tableau page suivante). Tant la nature que le jeu de ces interactions sont si subtils qu'il est malaisé de prévoir les effets de la suppression (extinction) ou de l'ajout d'espèces (re-introduction, arrivée d'espèce invasive) dans les écosystèmes.

Le fait qu'une espèce puisse bénéficier de la prédation qui s'exerce sur elle a été mis en évidence dans plusieurs communautés animales (voir encadré) et il peut être suspecté dans certains systèmes incluant des insectes. Par exemple, dans les mares, les larves de libellules Anisoptères du genre *Anax* sont des prédateurs bien connus des larves d'amphibiens. Cette prédation, en réduisant la densité de têtards (et donc la compétition entre têtards pour l'accès à la nourriture) permet



Larve d'*Anax* dévorant un têtard - Cliché G. Blondeau-OPIE

		Individu de l'espèce A		
		+	-	0
Individu de l'espèce B	+	Mutualisme	Prédation, parasitisme, ou herbivorie subie par A	Commensalisme
	-	Prédation, parasitisme, ou herbivorie subie par B	Compétition	Amensalisme
	0	Commensalisme	Amensalisme	Neutralisme

Les principaux types d'interactions biologiques directes entre deux individus d'espèce A et B en fonction des bénéfiques (+) et coûts (-) subis ou de l'absence d'effet (0).

aux survivants d'arriver à la métamorphose plus rapidement et avec un poids plus élevé – ce qui est un avantage non négligeable pour qui habite une mare temporaire et dont les chances de survie en milieu terrestre dépendent de son poids au moment de la métamorphose !

■ LA PEUR N'ÉVITE PAS QUE LE DANGER Pendant longtemps, le rôle des prédateurs au sein des écosystèmes n'a été évalué qu'à l'aune de leur consommation de proies et des effets en cascade provoqués par la baisse de densité de la proie. Ainsi, une araignée mangeant N criquets par an, un criquet consommant Q g d'herbe par an, il était déduit que chaque araignée assurait la préservation de $N \times Q$ g d'herbe par an. Or, les prédateurs – ici l'araignée – induisent chez leurs proies potentielles des réponses comportementales et des modifications du développement qui, à elles seules, ont des répercussions sur le fonctionnement de l'écosystème. Com-

ment distinguer alors, dans l'effet global d'un prédateur, ce qui est dû à la suppression de quelques-unes de ses proies de ce qui est dû à la « peur » que connaissent ses proies encore vivantes ? Une solution consiste à comparer deux situations expérimentales : la première avec des prédateurs capables de consommer leur proies et incidemment de leur faire peur ; la seconde avec des

prédateurs continuant à faire peur à leur proies mais rendus incapables de les occire. Pour cela, un petit talent de bricoleur et une bonne colle suffisent parfois. En fixant entre elles les chélicères d'araignées *Pisaurina mira*, Beckerman et son équipe ont établi en 1997 qu'un criquet, le Mélanople à pattes rouges *Melanoplus femurrubrum* (Orth. Acrididé), soumis à des attaques non létales de l'araignée, réduit sa consommation de plantes monocotylédones – son aliment habituel – et se met à manger des plantes dicotylédones, usuellement peu consommées. On comprend bien ici que l'impact du prédateur va bien au-delà de la relation mathématique prenant en compte la soustraction des proies qu'il consomme¹.

L'impact d'un prédateur n'est donc pas si simple à appréhender. Qu'en est-il lorsque deux prédateurs sont présents ? Les interactions peuvent là encore compliquer la donne. Soluk et Collins, en 1988, se sont intéressés à cette question avec pour modèle de petits bassins d'eau courante mimant une rivière, avec quelques-uns de ses habitants : des larves d'éphémères *Ephemera* sp. ou *Baetis* sp. (proies), des larves de la perle *Agnatina* sp. (prédateur intermédiaire) et des

1 À (re)lire l'épingle « Brutalement » de 2004 à www.inra.fr/opie-insectes/epingle04.htm#bru et « La méfiance en héritage » de 2010 à ...epingle10.htm#mef

Un prédateur « utile » à ses proies

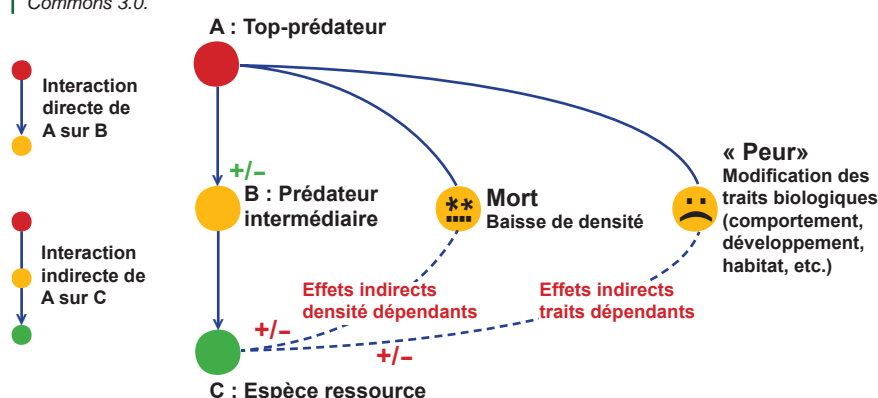
Les prédateurs nuisent à leurs proies : c'est évidemment vrai au niveau individuel mais le jeu des interactions entre espèces peut aboutir à des situations paradoxales où, collectivement, une espèce « proie » peut tirer un bénéfice de la prédation qu'elle subit, voir en être dépendante. Cette idée a émergé dans les années 1960-1970 avec les travaux de Robert T. Paine qui étudiait les communautés d'animaux marins vivant fixés à des rochers dans la zone battue par les marées. Moules, patelles, bernacles, chitons et pouces-pieds subissaient tous la prédation d'un prédateur généraliste : une étoile de mer du genre *Pisaster*. Contre toute attente, lorsque Paine supprima durablement les étoiles de mer de certains rochers, il vit disparaître petit à petit nombre des espèces étudiées alors même que celles-ci se maintenaient parfaitement sur les rochers « témoins » restés accessibles au prédateur. Que s'était-il passé ? En l'absence de *Pisaster*, la moule californienne, libérée de la pression de prédation qui la contrôlait jusqu'alors, s'est révélée être une « super-compétitrice » et a envahi toute la surface rocheuse au détriment de ses voisins ! Ainsi, par le jeu des interactions biologiques, un prédateur – l'étoile de mer – assurait « paradoxalement » le maintien de la biodiversité de ses proies. Cette étoile de mer était ce que les écologues appellent une « espèce clé-de-voute », c'est-à-dire une espèce dont le rôle, en dépit d'une biomasse ou d'une abondance faible, est majeur pour maintenir en l'état l'édifice constitué par la communauté d'organismes à laquelle elle appartient : sans elle, la communauté s'effondre.



Larve de 5^e stade du Mélanople à pattes rouges - Cliché J. Berger à Bugwood.org, licence Creative Commons 3.0.

seau d'interactions entre différents insectes à l'origine duquel se trouve l'Hémiptère *Aphrophora pectoralis*. Les femelles de ce petit Cercopidé, phytophage spécialiste du saule, insèrent leurs œufs au cœur des petites branches qui meurent de ces « attaques ». Au printemps suivant, cela induit la repousse de nombreux rameaux, plus longs et plus feuillus, qui favorisent pas moins de 23 espèces de tordeuses (Lep. Tortricidés). Après que ces tordeuses ont achevé leur cycle, les feuilles enroulées qui leur servaient d'abris deviennent disponibles pour plusieurs insectes dont le puceron à miellat *Chaitophorus saliniger*, que viennent traire trois espèces de fourmis. La fréquentation accrue du saule par ces fourmis a pour effet « collatéral » de réduire la survie des larves folivores de la Chrysomèle versicolore du saule (*Plagioderma versicolora*, Col. Chrysoméridé) et (*in fine ?*) de réduire le niveau des attaques subies par le saule...

À une échelle plus modeste, le Grand Capricorne (*Cerambyx cerdo*, Col. Cerambycidae, espèce protégée nationalement) est soupçonné d'être un tel « ingénieur des écosystèmes ». Ses larves creusent des galeries importantes dans le bois du chêne, constituant un ensemble de microhabitats dont semblent bénéficier de nombreuses autres espèces xylophiles. Toutes



Encadré 2. Interactions susceptibles de se propager dans un système à trois niveaux trophiques incluant un prédateur terminal (A), un prédateur intermédiaire (B) et une espèce ressource (C). Le prédateur A est en interaction directe avec l'espèce B dont il consomme certains individus. Cela a un effet non seulement sur la densité de l'espèce B mais aussi sur les traits biologiques (comportement, développement, habitat, etc.) de ses individus percevant le risque de prédation. Ainsi, deux types d'effets indirects se propagent jusqu'à C : les effets indirects densité-dépendants et les effets indirects traits-dépendants. Si les interactions prédateur/proie ont toujours un effet négatif au niveau de l'individu, un prédateur peut « globalement » avoir un effet positif sur l'espèce qu'il consomme et la nature des effets obtenus en bout de chaîne sur l'espèce C est difficile à prédire.

chabots tachetés *Cottus bairdi* (prédateur terminal). Leurs travaux, comparant la prédation exercée sur ces deux types de proies par chaque prédateur selon qu'ils sont seuls ou associés a révélé que les résultats peuvent varier du tout au tout. Alors que les *Baetis* sont plutôt moins consommés qu'attendu en présence des deux prédateurs, les *Ephemera* sont au contraire beaucoup plus consommés !

■ LA FORCE DES FAIBLES

Comme les prédateurs, les herbivores peuvent jouer un rôle important pour l'avenir des communautés auxquelles ils appartiennent. Certains, induisant des modifications physiques ou biochimiques de leurs plantes hôtes, peuvent être

qualifiés « d'ingénieurs des écosystèmes ». Oghushi (2005) a, par exemple, décrit un formidable ré-



Chrysomèle versicolore du saule - Cliché David Cappaert, Michigan State University, Bugwood.org



Galleries de Grand Capricorne dans une souche de chêne - Cliché A. Lequet

proportions gardées, c'est vrai de tous les « troueurs » de bois.

■ EN CONCLUSION

Ces quelques exemples montrent combien la compréhension fine du fonctionnement d'un écosystème demande une connaissance détaillée des interactions entre organismes et reste encore un objectif éloigné. Si la production de listes d'espèces et le classement de celles-ci en vastes groupes fonctionnels (ex. « les prédateurs », « les décomposeurs », « les herbivores », etc.) ont permis

de sérieuses avancées scientifiques, les propriétés « émergentes » associées aux interactions sont encore trop mal connues pour que leur manipulation à des fins « d'ingénierie écologique » puisse être totalement maîtrisée. En biologie de la conservation, la prise en compte consciente de ces interactions n'a guère été effectuée qu'aux États-Unis, face à des systèmes devenus emblématiques tels que le trinôme « loutre / oursins / kelp » des baies californiennes – la disparition des loutres étant associée à la proliféra-

tion d'oursins brouteurs insatiables des forêts sous-marines de kelp – ou le système « loup gris / cerf élaphe / peuplier » étudié dans le parc national de Yellowstone. Dans ce dernier cas, alors que plus un jeune peuplier ne parvenait à pousser, la réintroduction du loup a été planifiée comme mesure conservatoire. En modifiant le comportement alimentaire des cerfs, le loup a permis de libérer certaines zones de la pression de broutage exercée par les cerfs et a permis de relancer une dynamique de croissance positive pour les populations de peupliers... ce que les abattages ponctuels de cerfs n'avaient pas permis.

Dans le domaine de la gestion de la biodiversité entomologique (protection de l'entomofaune, introduction volontaire et involontaire d'insectes), faute de connaissances disponibles, les interactions biotiques sont rarement prises en compte hors des évidences (la fermeture des milieux par absence de pâturage peut être néfaste à la diversité des Orthoptères, la disparition d'une plante menace l'ensemble des herbivores monophages qui lui sont associés ainsi que leur cortège de parasitoïdes...). Elles réservent pourtant quelques surprises bien difficiles à prévoir (voir encadré) et conditionnent à coup sûr les performances de nos mesures de gestion. ■

À la Réunion, *Cibdela janthina* (Hym. Tenthredinid) appelée localement « mouche bleue », a été introduite avec précautions pour lutter contre la vigne maronne (*Rubus alceifolius*, Rosacée), une peste végétale¹. Les résultats suivent rapidement et en quelques mois, les larves de la tenthredine sont venues à bout de plusieurs centaines d'hectares de vigne. Oui, mais elles mettent en péril une partie de l'activité apicole : dans l'est de l'île on produit du miel de vigne marronne. Maintenant on accuse l'auxiliaire de concurrencer l'Abeille domestique pour l'accès aux fleurs, notamment en vergers de letchi, autre activité importante de l'île. Elle menacerait ainsi la pollinisation et la production de miel, de letchi cette fois. Le CIRAD procède à de nouveaux tests dont les résultats seront connus bientôt.

1. À (re)lire : « Un insecte efficace contre la vigne maronne à La Réunion » par Thomas Le Bourgeois et Sophie Della Mussia, *Insectes* n°153, 2009(2) en ligne à www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i153-le_bourgeois-della_mussia.pdf.

L'auteur
Laurent Pélozuelo
Université Paul Sabatier - Toulouse III
Président de l'OPIE-MP
Courriel : lpelozuelo@yahoo.fr