

L'urine des Homoptères, un matériau utilisé ou recyclé de façons étonnantes.

1^{ère} partie

par Michel Boulard

Chez la plupart des insectes, l'urine est purement et simplement éliminée. Les Homoptères, et notamment les Cercopes et les Cigales font preuve de plus d'imagination.

Les insectes sont des "bricoleurs de génie", ils font de tout avec tout ! L'usage que certains font de leur urine en témoigne. Les moyens mis en œuvre pour exploiter ce ramassis de déchets tiennent vraiment, quelquefois, de l'astuce biologique.

Un produit réutilisable de suite

Chez les Insectes, l'excrétion est assumée essentiellement par les "tubes de Malpighi". Ceux-ci, à la fois excréteurs et sécrétisseurs, ont pour fonction principale de former l'urine en extrayant de l'hémocèle* les substances ou produits plus ou moins toxiques provenant de l'économie interne de l'insecte et susceptibles d'entraîner des déséquilibres dans l'organisme. Le plus souvent, les tubes de Malpighi se présentent comme des diverticules longs et fins, baignant dans l'hémolymphe ; ils s'insèrent par une extrémité, dite proximale, sur le segment postérieur de l'appareil digestif, ou proctodeum, tandis que l'extrémité distale, aveugle, se termine en cul de sac. L'urine est déversée dans le proctodeum où elle se trouve éventuellement additionnée d'eau et mêlée à des résidus plus consistants, notamment chez les insectes se nourrissant d'éléments solides. Le tout est expulsé sous forme d'excréments ou de liquide excrémental par l'anus, tout à la fois pore urinaire et orifice fécal.

Les Homoptères s'alimentent exclusivement de sève et de sucres cellulaires, qu'ils peuvent puiser dans les végétaux grâce à un appareil buccal conformé pour piquer et sucer. Ils ne rejettent donc qu'un liquide qui se confond globalement avec l'urine proprement dite et qui peut se définir soit comme de l'**urine aqueuse**, constituée essentiellement par de l'eau, soit comme de l'**urine sirupeuse**, contenant une large part d'excreta hydrocarbonés.

* Voir en fin d'article : "Quelques mots d'explication"

Mais dans cet ordre d'insectes, l'urine n'est pas seulement élimination pure et simple, comme dans le cas général. Chez eux au contraire, c'est un produit réutilisable de suite, soit par eux-mêmes, soit par d'autres organismes. L'urine des Homoptères peut ainsi devenir un adjuvant de forage et de maçonnerie, un environnement protecteur, une nourriture de choix pour plusieurs catégories d'insectes, ou bien encore un support nutritif et exclusif pour certains Champignons... Sans oublier son rôle tout anecdotique, de délestage ou, qu'on me pardonne de l'écrire, "d'expression d'un profond mépris" tel le jet d'urine dont, en s'envolant, la Cigale gratifie le maladroit qui n'a pas su l'attraper...

L'urine, matériau de construction d'abris bulles

Dans deux superfamilles d'Homoptères, les *Cercopoidea* ou Cercopes et les *Cicadoidea* ou Cigales, l'urine est de type aqueux. Si les adultes la rejette sans économie, les larves, par contre, l'exploitent sitôt émise ; elles ont développé des systèmes corporels accompagnés de comportements étonnamment spécialisés à cet effet.

Les Cercopes construisent des abris bulles. Cette fréquente exploitation, dite de "la Cicadelle écumeuse" a été divulguée naguère par J.H. Fabre : "En avril, lorsque nous arrivent l'hirondelle et le coucou, inspectons un peu les champs... Nous ne pouvons manquer de voir de ci, de là, sur les herbages, de petits amas d'écume..." (Souvenirs entomologiques, 7^{ème} série, 1901).

Ces amas, qu'au premier abord on prendrait volontiers pour expectorations de quelque rustre, homme ou animal, ont reçu des dénominations plus ou moins poétiques : "crachats de Coucou", "bave de Gre-

nouille", "écume printanière"... La dernière image mise à part, l'observation populaire est battue en brèche et doublement ; d'une part, ces amas spumeux n'ont rien à voir avec des Oiseaux ou des Batraciens "indélicats" et, d'autre part, ce ne sont pas des jets de salive, mais du pipi d'Homoptères ! En réalité, chacun de ces amas est un abri confectionné, entretenu par une ou plusieurs larves de Cercope, et non pas à dire vrai de Cicadelle*, qui l'habitent constamment.

Chaque larve de Cercope, dès sa naissance, s'abreuve de sève et l'on remarque, tandis qu'elle se tient toujours tête en bas, l'émission quasi immédiate d'une urine limpide, qui très vite la mouille toute entière, ainsi que la plante dont elle se nourrit. Bientôt, l'Insecte semble trôner sur une goutte d'eau, puis il cambre l'abdomen jusqu'à presque en dégager l'extrémité. Alors perle, de cet apex, une petite bulle grandissante que,



Larve de *Ptyelus Flavescens* (F.) reconstituant son abri spumeux. (Cliché M. Boulard)

rabaisant l'abdomen, le petit Cercopie plonge dans la goutte où elle reste emprisonnée. L'urine continuant de sourdre et l'exercice se répétant bon train, il ne faut guère plus de cinq minutes au petit Cercopie pour disparaître sous un amas d'aspect spumeux et persistant. Il s'y tiendra durant toute sa vie larvaire, qui dure environ un mois et demi, y effectuant ses mues de croissance. Le volume de l'abri augmente progressivement avec l'insecte qui grandit.

De l'air se mêle à l'urine pour former une bulle

Par quel mécanisme les bulles sont-elles formées... et comment explique-t-on leur persistance car de l'air insufflé dans de l'eau ordinaire donne des bulles qui ne tiennent pas la seconde. Pour réaliser cet exploit, les larves de Cercopes mettent à la fois en jeu des outils morpho-anatomiques et d'autres, physico-chimiques.

Sortons une larve de son écume et examinons-la sous la loupe binoculaire ; si la face dorsale ne nous apprend rien de particulier, la face ventrale, en revanche, fournit de précieuses indications. La tête se prolonge en une sorte de trompe rigide ou "perce-rette", contenant les stylets buccaux qui permettent à l'animal d'absorber de la sève rien là que de très banal pour un chylotrophe*, mais de grande importance : c'est le point de départ du système. L'examen devient plus instructif au niveau de l'abdomen. Celui-ci présente des expansions latéro-tergales, ou "stigmacalyptes", grandement développées, qui prolongent les côtés et viennent se chevaucher plus ou moins largement sous le corps. Ces expansions, qui d'ordinaire ont pour simple rôle de protéger les stigmates d'où leur nom, ménagent une cavité tubuleuse dite "enceinte parasternale", dont la voûte est constituée par la paroi ventrale de l'abdomen et dans laquelle, précisément, s'ouvrent les stigmates. A l'extrémité postérieure se trouve l'anus, et une sorte de petit clapet peut obturer plus ou moins complètement l'arrière de la cavité en question. La fermeture antérieure se trouve habituellement assurée par le ressaut thoracique et les hanches postérieures, mais chez certaines espèces, une pièce triangulaire néoformée, émanant du deuxième sternite, constitue une fermeture originale et constante entre les premiers stigmacalyptes.

Lorsque l'insecte est en position cambrée, l'apex de la cavité parasternale est ouvert,

permettant au Cercopie de respirer et de faire provision d'air ; puis l'apex se referme et alors que l'insecte se tient toujours tête en bas (figure 3), l'urine envahit la cavité et, par contraction des muscles abdominaux, de l'air, expulsé vers l'arrière, se mêle à l'urine pour former une bulle. L'enceinte parasternale se comporte ainsi comme un soufflet. Reste à savoir pourquoi, dans un tel processus, l'urine est aussi abondante et ressemble à une solution savonneuse...

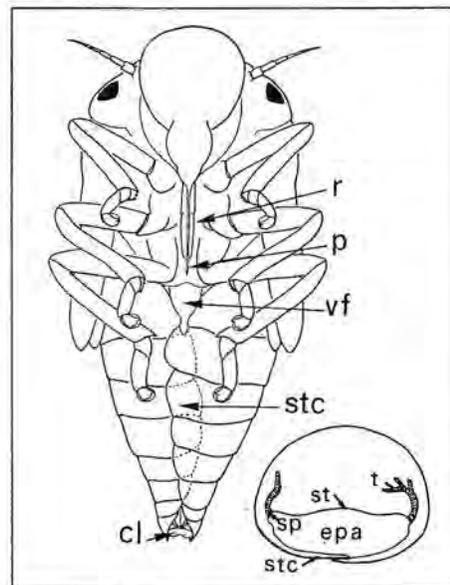


Figure 2 et 3 : Schémas de la face ventrale (2) et d'une coupe transversale de l'abdomen (3) d'une larve de Cercopie du genre *Locris* montrant le développement particulier des stigmacalyptes (Stc) formant l'essentiel de l'enceinte aëri-fère parasternale (eap) ; celle-ci est fermée à l'avant par un volet triangulaire (vf) émanant spécialement du 2^{ème} segment abdominal. cl : clapet de fermeture postérieur r : trompe rigide, ou rostre sp : stigmates ou spiracles t : trachées. p : stylets buccaux vulnérants ou "perce-rette" (Dessins originaux de Hélène Le Ruyet-Tan, Muséum, Paris).

La "chambre filtrante", un "court-circuit" original

Les examens microscopiques ont révélé l'existence, dans le tégument de la partie ventrale précédant l'orifice anal, de minuscules unités cirières ; celles-ci sécrètent un produit hydrophobe qui, par conséquent, s'oppose à l'entrée du liquide urinaire dans l'enceinte aëri-fère. Analyses et recherches histo-chimiques, notamment au niveau des tubes de Malpighi, concourent pour indiquer la présence de mucopolysaccharides donnant une mucine, substance vraisemblablement responsable de l'aptitude particulière de cette urine à "mousser" (Pesson, 1955 ; Marshall, 1966).

Toutefois, le système ne peut avoir sa pleine efficacité que si l'urine est très fluide et émise en quantité suffisante et régulière. Les Cercopes ont, à l'état larvaire, des

mictions fréquentes et abondantes, parfois même quasi-continuelles, et produisent une urine fortement diluée ; plus de 99 % d'eau pour à peine 0,15 % de substances organiques, le reste en sels minéraux. A cela, deux explications : ils prennent de la sève ligneuse, donc relativement pauvre en principes nutritifs, protéines notamment, et il leur faut en absorber beaucoup pour une croissance normale et, par ailleurs, ils possèdent une spécialisation extraordinaire de l'appareil digestif, lequel présente une sorte de "court-circuit" permettant à l'eau séveuse de passer directement du jabot au rectum, en évitant le long et lent cheminement intestinal.

Ce dispositif, appelé : "chambre filtrante", présente divers degrés de complication chez la plupart des Homoptères. Sa fonction de filtration, soupçonnée par Berlese (1909) et Licent (1912), n'a été que récemment prouvée (Gouranton, 1968 ; Munk, 1968).

La chambre filtrante des Cercopes, comme celle des Cigales, consiste en un rapprochement, après une boucle, des deux extrémités du mésentéron, partie moyenne du tube digestif. La portion distale, entraînant avec elle les parties initiales des tubes de Malpighi et du proctodeum, ou intestin postérieur, s'insinue entre les circonvolutions serrées "en pelote", de la partie antérieure ; l'ensemble constitue une entité anatomique originale que l'on ne rencontre nulle part ailleurs.

Histologiquement, les parois respectives des différentes zones de la chambre filtrante apparaissent étroitement rapprochées, accolées, voire anastomosées, et les épithéliums sont considérablement amincis, ayant par endroits moins d'1 micron d'épaisseur.

En outre, chez les larves de Cercopes, le mésentéron offre, à peu près à mi-chemin sur son segment resté libre, une constriction séparant un tronçon initial, qui garde l'aspect sécréteur et absorbant, d'un tronçon distal changeant d'aspect et surtout de fonction, puisqu'il accumule carbonate de calcium et guanine dans ses cellules, ce que certaines espèces ont mieux développé que d'autres, comme nous le verrons un peu plus loin.

L'abri-bulles "squatté"

De nombreuses observations et quelques expérimentations attestent que "l'abri-bulles urinaire" des Cercopes est le seul milieu où les larves de ces insectes peuvent se

développer, à l'écart de la dessiccation (figure 4) et des trop fortes insulations qu'elles ne supportent guère. Il les protège également contre les parasites et prédateurs éventuels ; bon nombre d'entre eux qui, se trouvent "attirés" aux Homoptères, notamment les Hyménoptères Dryinides et Encyrtides, les Diptères Pipunculides, ne s'attaquant pas aux larves de Cercopes. Peu d'Oiseaux ont été vus les extrayant des amas spumeux, hormis le Moineau, *Passer domesticus* L. et la Mésange charbonnière, *Parus major* L., qui alimente en partie sa nichée printanière avec des larves du Cercope des saules, *Aphrophora salicina* (Goeze).

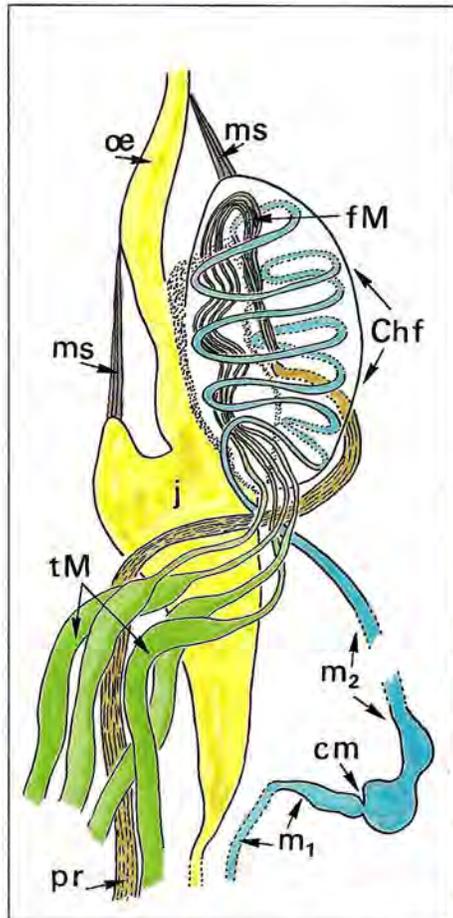


Figure 4 : Schéma de la chambre filtrante (Chf) des Cercopes.
 fM : faisceau interne des tM
 j : jabot ms : muscles suspenseurs
 oe : œsophage pr : intestin postérieur ou proctodeum
 m₁, cm et m₂ : portion initiale, constriction et portion distale de l'intestin moyen ou mésentéron.
 tM : tubes de Malpighi.
 (Imité de Licent, 1912, légèrement modifié).

Par contre, ces abris cercopiens, microhabitats aux conditions écologiques particulières (Whittaker, 1970), sont recherchés par des organismes "cleptomane" ou commensaux. Des bactéries, des champignons ou bien d'autres insectes, tels certains Diptères tropicaux du genre *Leucophenga* (Lachaise & Tsacas, 1984) y sont inféodés, mais la liste reste courte.

Une véritable coquille de calcaire droite ou spiralée

L'accumulation de carbonate de calcium dans la seconde portion du mésentéron est un phénomène majeur pour toute une famille de Cercopes : les *Machaerotidae*. Chez les représentants orientaux et australiens de cette famille, l'abri-bulles est en partie remplacé, ou plus exactement recouvert par des demeures solides, édifiées grâce au carbonate de calcium que contient leur urine en quantité relativement importante ; celle-ci constitue alors un véritable matériau de construction.

Ce "sel-matériau", tiré de la sève des plantes et notamment des Eucalyptus qui en sont riches, est excrété surtout par les tubes de Malpighi. Mettant à profit la précipitation naturelle à l'air libre du carbonate acide de calcium, les Machaerotidés se fabriquent des sortes de cornets protecteurs en calcaire, droits ou spiralés selon les inventions respectives des espèces ; les larves s'y tiennent, toutes mouillées d'urine bulleuse. Elles n'en sortiront que pour effectuer la mue imaginale, ayant eu soin au cours de la construction, de ménager une fente courant le long de la génératrice de la tige-hôte, facilitant ainsi le passage des pièces buccales et l'alimentation, tandis que l'orifice permet les prises d'air.

à suivre...

Quelques mots d'explication :

- **Hémocèle** : cavité générale du corps où circule l'hémolymphe ou "sang" des Insectes.
- **Cercopes et Cicadelles** représentent deux superfamilles d'Homoptères ; les premiers sont caractérisés par des tibias cylindriques et par leurs larves spumifères, les seconds, par des tibias prismatiques aux arêtes garnies d'épines et des jeunes vivant à l'air libre comme les adultes.
- **Chylotrophes** : suceurs de sève.
- La larve du cercope ne reprendra définitivement la position tête en haut que parvenue au moment de la métamorphose.
- Avec les Cigales, les Cercopes sont les seuls Cicadaires hémimétaboles : lors de leur développement postembryonnaire, ces Insectes se présentent sous une forme qui évoque l'aspect général (habitus) propre à leur groupe (évidemment moins les ailes et les pièces génitales constituées), mais pourvue "d'organes larvaires" particuliers, que la métamorphose éliminera.

L'auteur

Professeur à l'École pratique des Hautes Etudes, Muséum, Paris. (Cf. *Insectes*, n°69).

Vient de paraître...

• Délicieux insectes de Bruno Comby

De très nombreuses peuplades de par le monde ont mangé et mangent toujours des insectes. En France, Fabre lui-même proposait des recettes savoureuses dans ses "Souvenirs entomologiques".

L'ouvrage de B. Comby, pour qui la plupart des insectes ont un goût délicieux semblable au caviar ou au foie gras, remet quelque peu en cause nos habitudes alimentaires. Il y aurait plus de 500 espèces comestibles, du grillon aux termites et aux chenilles, tous plus riches en protéines qu'un bifteck et cette source pourrait donc constituer une alternative intéressante aux problèmes de malnutrition et de famine dans le monde. Outre ces arguments, largement développés dans le livre, le lecteur trouvera aussi des recettes exotiques. Pour ce qui est des amateurs de grillons, l'OPIE est en mesure de les approvisionner... et la fiche d'élevage est parue dans notre numéro 78 !

156 pages. Editions Jouvence 1990 - 83 F.

• Guide des pratiques culturelles compatibles avec une saine gestion des espaces ruraux par l'AIDEC.

Face à l'évolution actuelle des pratiques culturelles, liée à la concentration des terres cultivées, au développement des cultures intensives et à la déprise, une nouvelle forme de gestion des espaces ruraux et agricoles s'impose.

Estimant que cette gestion doit être considérée comme une cause d'intérêt général, les auteurs proposent dans ce guide des solutions concrètes, et, entre autres, le développement de la production agricole intégrée et une meilleure formation et information des milieux professionnels concernés. Grâce aux concours de spécialistes comme Jean Lhoste, bien connu des lecteurs d'"Insectes", ce fascicule fournit des pistes de réflexion et d'actions qui permettraient d'éviter la désertification, de lutter contre les pollutions et contre la disparition d'espèces animales et végétales, toutes ces dispositions allant dans le sens d'une politique globale de protection de l'environnement.

Ce guide est disponible à l'AIDEC (Association Internationale Des Entretiens Ecologiques).

Centre municipal des associations
 2, rue des Corroyeurs, 21000 Dijon,
 Tél. : 80 41 74 29.