



Par Alain Fraval

Ils sautent !

La Grande sauterelle verte, *Tettigonia viridissima* (Orth. Tétigoniidé) - Cliché Joël Héras

Munis ou non d'adaptations saltatoires évidentes, comme des gros fémurs élargis aux longues pattes postérieures ou un appendice *ad hoc*, de nombreux insectes et apparentés sont capables de se déplacer en sautant, sur le sol, les plantes, la peau, l'eau... Un moyen d'échapper à un prédateur, de gagner ou de quitter un hôte, de se déplacer dans des environnements complexes, de prendre son envol...

Chacun connaît ces insectes sauteurs par excellence que sont les Orthoptères (sauterelles et criquets) et les Siphonaptères (puces) ; les agriculteurs et horticulteurs font face à des ravageurs qui se distinguent par leurs sauts : altises (Coléoptères Chrysomélidés Alticinés), cicadelles (Hémiptères auchénorhynques de plusieurs familles), psylles (Hém. Psyllidés), taupins (imagos des « vers fil de fer », Col. Élatéridés). Bien connu également, l'asticot de la Mouche du fromage bondit de cet aliment comme des charognes. D'aucuns dans leur jeunesse se sont amusés avec les graines sauteuses...

Le saut est l'apanage de vastes taxons – que l'on examinera en premier – comme d'espèces isolées.

■ LES PATTES POSTÉRIEURES SONT LES ORGANES DU SAUT CHEZ LES SAUTERELLES ET CRIQUETS, LES ALTISES ET LES PSYLLES PRINCIPALEMENT.

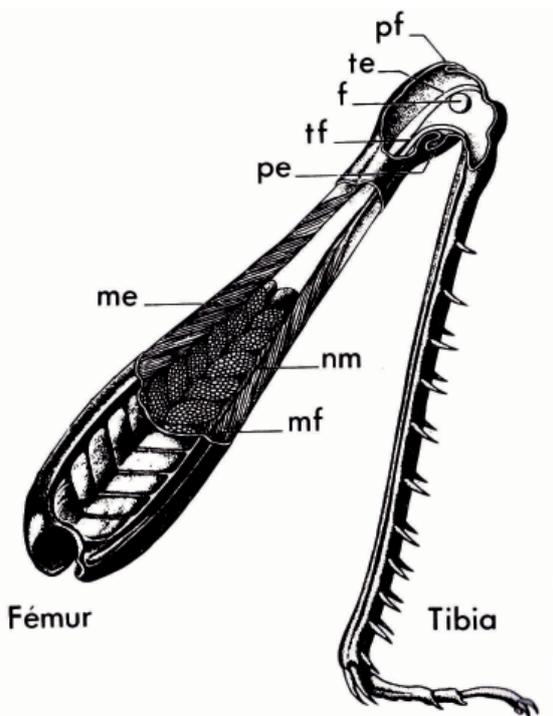
Des fémurs postérieurs renflés – contenant des muscles puissants – signalent en général les insectes sauteurs mais ce caractère est parfois trompeur. Les imagos mâles des Coléoptères Cédéméridés ne sautent pas, les Hyménoptères Chalcididés et les papillons des Hépiidés – autres exemples – non plus. Le saut n'est en général pas produit par la seule action des muscles¹. L'énergie nécessaire est emmagasinée dans l'articulation fémur-tibia puis brusquement libérée.

Ceci est permis par une protéine particulière, la résiline, une sorte de supercaoutchouc, présente chez tous les insectes dans les articulations des ailes notamment. Grâce à un mécanisme à ressort et cliquet, un peu analogue à celui d'une catapulte, l'insecte réalise des sauts considérables.

Les **Orthoptères** (sauf les courtilières = Gryllotalpidés), larves comme adultes, sautent en se propulsant sur leurs pattes arrière, par la détente du « genou » (articulation fémoro-tibiale). Celles-ci – qui leur servent aussi à ruer – sont longues et caractérisées par des grosses « cuisses » (fémurs) ; elles sont faites d'une chitine particulièrement résistante². Les bonds peuvent atteindre 80 fois la taille de l'individu, ce qui est remarquable pour des insectes lourds (plusieurs grammes). C'est le saut classique, dit métafémoral.

1. Il est admis que les sauterelles aux très longues pattes (Tétigoniidés) ont assez de « muscle » pour sauter sans mécanisme auxiliaire.

2. À (re)lire l'Épingle « Fracture du tibia ? » de 2012 en ligne à www.inra.fr/opie-insectes/epingle12.htm#tib



Les muscles de la patte postérieure d'un criquet (vue semi-éclatée) (d'après G. Hoyle, 1958). *me* : muscle extenseur ; *nm* : nerf extenseur ; *f* : pivot ou fulcrum ; *mf* : muscle fléchisseur ; *pe* : pli permettant l'extension ; *pf* : pli permettant l'extension ; *te* : tendon extenseur ; *tf* : tendon fléchisseur

La présence d'**altises** se signale au champ (et au potager) par les feuilles criblées de petits trous. Les larves sont en général souterraines, discrètes. Les imagos, de quelques millimètres au plus, se font remarquer par leurs sauts (jusqu'à presque 100 longueurs de corps, a-t-on mesuré chez la plus athlétique) – d'où leurs noms familiers de puces de jardin ou puces de terre. Ils possèdent des pattes postérieures longues



L'altise *Aphthona flava* (Col. Chrysomélidé)
Cliché Agricultural research service, États-Unis

et aux fémurs renflés ; à l'intérieur de ceux-ci, une structure chitineuse particulière (dite le ressort métafémoral) pliée longitudinalement – dont on a décrit plusieurs types – sert d'attache aux muscles puissants (c'est un apodème).

Quelques **charançons** (Col. Curculionidés) adultes sautent avec leurs pattes arrière. Citons par exemple le Charançon de la graine du chou *Ceutorhynchus obstructus* et le Charançon mineur des feuilles de l'Aulne *Rhynchaenus alni* (autrefois *Orchestes saltator*), dont les petits sauts font un crépitement audible sur les feuilles mortes au sol.

Autres Coléoptères adeptes du saut métafémoral, les **Élodidés** (= Scirtidés, jadis Cyphonidés) détritivores en milieu sub-aquatique. *Ora complanata* (6 mm) saute à 50 cm, *O. bivittata* (4 mm) à 25 cm avec les ailes déployées pour assurer l'atterrissage.

Les **psylles** sont un taxon d'Hémiptères sternorhynques³ (Psylloidea) caractérisés par leur capacité de sauter, à l'état imaginal. Ces insectes

phytophages, dont pas mal d'espèces sont des ravageurs, se déplacent par bonds et courts vols, lorsqu'ils sont inquiétés et pour se disperser dans la végétation. Ils sautent par la détente de leurs pattes postérieures, plus longues et musclées (fémurs) que les autres.

Quelques rares **fourmis** sont adeptes du saut métafémoral. *Gigantiops destructor*, Myrmiciné néotropical (aux yeux énormes) peut sauter jusqu'à 30 cm avec un terme entre les mandibules, utilisant la détente de ses pattes postérieures allongées. *Myrmecia pilosula* Myrmeciiné d'Australie, dit « Jack jumper », agressif et venimeux (il pique), fait des sauts de 5 cm en avant quand il est perturbé.

Parmi les **blattes** (Blattodea), insectes coureurs, l'espèce *Saltoblatella montistabularis* (Blatellidé), récemment découverte⁴, fait figure d'exception. Ses « cuisses » très musclées et son « genou » en résiline lui assurent des bonds de 45 fois sa taille (moins d'1 cm), parmi les herbes où elle vit (d'excréments de sauterelles ?), en Afrique du Sud.

3. À côté des pucerons, des cochenilles et des aleurodes – déjà présentés dans *Insectes*. À titre d'exemple, (re)lire « Le Psylle asiatique des agrumes... », par Alain Fraval. *Insectes* n° 150 (2008-3), en ligne à www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i150-fraval2.pdf
4. À (re)lire l'Épingle « Sauteuse » de 2011 à www.inra.fr/opie-insectes/epingle11.htm#sau



Rhynchaenus alni (Col. Curculionidé) - Cliché M. J. Hatfield à bugguide.net

Et aussi...

Le **phasme** *Timema chumash* (Phasmatodea Timématidé) saute – pas loin mais en avant comme en arrière – grâce à l'extension rapide de ses pattes arrière, relativement courtes ; cela probablement pour s'écarter brusquement de son support et disparaître à la vue d'un prédateur. Un autre phasme (ailé), *Sipylodea* sp. (Diaphéromidé), est capable de bonds ; il se sert de son abdomen qu'il projette en avant, ce qui contribue à l'effort de ses pattes médianes et postérieures.

Les **mantes** (Mantodea), chasseuses à l'affut, immobiles et fondues dans le décor, peuvent sauter, pour attraper une proie ou passer d'un perchoir à l'autre ; leurs pattes médianes et postérieures sont grêles.

Des **Ténébrionidés** adultes du genre *Amarygmus* font de petits sauts. Une agitation frénétique s'empare des **mordelles** (Col. Mordellidés) adultes dérangées. Sautant sur une des deux pattes postérieures, elles tournent en rond – ceci jusqu'à dégringoler de leur feuille ou fleur et disparaître.

Les larves campodéiformes de **mantispes** (Névroptères), courtes sur pattes, se déplacent par petits sauts, à la recherche de cocons d'araignées, leur provende*.

Les **patineurs**, Hém. Gerridés, sont des punaises prédatrices qui marchent sur l'eau en prenant appui** surtout sur leurs 4 pattes arrière, les médianes assurant l'essentiel de la propulsion. Dérangés, ils font des bonds, retombant souvent sur le dos.

Cas isolé dans sa famille, les Miridés, la **punaise** *Phytocoris varipes*, de nos prairies, saute ; ses longues pattes arrière possèdent des fémurs renflés.

La **fourmi** Ponérinée *Harpegnathos saltator*, d'Inde, fait des sauts de 10 cm et plus, hauts de 2 cm, selon un mode original : elle détend à la fois ses pattes médianes et postérieures ; elle peut ainsi, outre s'échapper, capturer des proies volant au raz du sol.

Si l'on approche la main d'une **Mouche domestique** *Musca domestica*, elle fait un petit bond en arrière avant d'actionner ses ailes pour s'enfuir. Elle possède – à l'instar sans doute de bien d'autres espèces voisines de Diptères - le même équipement neuromusculaire que la Mouche du vinaigre.

* À (re)lire : « Insectes associés aux cocons d'araignées », par Christine Rollard. *Insectes* n° 86, 1992(3). En ligne à www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i86rollard.pdf

** À (re)lire l'Épingle « Il rame » de 2003, en ligne à www.inra.fr/opie-insectes/epingle03.htm#rame



Phytocoris varipes (Hém. Miridé) - Cliché Jérémie Lemarié

Sans adaptation particulière, la familière Blatte germanique *Blattella germanica* (même famille), est capable de sauts en longueur de 3 fois sa taille. La Blatte rayée *Supella longipalpa* (même famille) bondit d'un meuble à l'autre, soutenue par ses ailes.

■ CHEZ LES PUCES, LES PUNAISES SALDI-DÉS, LES CICADELLES ET... LA MOUCHE DU VINAIGRE, DES ORGANES DU THORAX (MUSCLES, PIÈCES CHITINEUSES) INTERVIENNENT.

Les **puces** sautent en réponse aux vibrations du plancher (d'où elles guettent le passage d'un hôte à sang chaud) ou à un stress – l'allumage brusque de la lumière au laboratoire. La patte arrière effectue un mouvement complexe, dévoilé par des prises de vue à haute fréquence dues à Gregory Sutton et Malcolm Burrows (université de Cambridge, Royaume-Uni, 2011). Entrent en jeu plusieurs articulations de la patte postérieure et les soies des tarse

qui participent à son appui, qui se fait sur le trochanter ou le tarse – ou les deux. Atteignant presque 40 fois leur taille en hauteur⁵, ces athlètes doivent encaisser une accélération d'une bonne centaine de g. La vitesse au décollage est de 450 km/h.

La façon de sauter de cet insecte familier mais très petit et très rapide n'est connue que depuis peu. Robert Hooke fut le premier à observer l'animal sous un microscope, en 1664 ; il conclut que les 6 pattes se détendent, répartissant ainsi toute la force de l'insecte. Dans les années 1960, l'examen du saut au travers d'une caméra ultra-rapide (pour l'époque) à l'université d'Édimbourg permet à Henry Bennet-Clark de calculer que l'énergie nécessaire devait être 100 fois celle de la force musculaire puis de découvrir en 1967 que les mus-

5. À (re)lire l'Épingle « *Altius citius fortius* » de 2009, en ligne à www.inra.fr/opie-insectes/epingle09.htm#alt

cles sont attachés à des blocs de résiline, situés à la base du thorax, capable d'emmagasiner et de restituer brutalement l'énergie.

Cette résiline est probablement associée dans une structure biomécanique en sandwich avec de la cuticule coriace, à l'instar de ce qui a été découvert chez les cicadelles. Reste à découvrir comment la puce bloque



Puce (Siphonaptera) - Cliché droits réservés



Saldula sp. (Saldidae) - Cliché Vincent Lefèbvre



Le Membracide bison (Stictocephala bisonia)
(Hém. Membracidé) - Cliché Joël Héras

ses deux pattes arrière en position repliée et les relâche, et comment elle synchronise patte gauche et patte droite, une affaire d'une fraction de milliseconde...

Certains **Saldidés** (Hémiptères), petites punaises de plage aux gros yeux, sautent et volent. Ce sont des prédateurs de larves de Diptères. Les hanches postérieures renflées correspondent à un mode méta-coxal de saut : des muscles abaisseurs du trochanter, situés dans le thorax, provoquent l'extension de la patte arrière autour de l'articulation coxa-trochanter. L'insecte déploie ses ailes juste avant ce mouvement – ou pas. Les performances – 30 fois la longueur de l'individu – impliquent la présence d'un

« ressort » brusquement relâché. Du même ordre et vivant au bord de l'eau, les **Gélastocoridés**, à l'allure de petits crapauds avec leurs yeux gros et globuleux, sautent sur leur proie qu'ils agrippent avec leurs pattes antérieures et ponctionnent ; leurs pattes sont grêles.

Les **cicadelles**⁶ sont des championnes de saut, parcourant en l'air jusqu'à 200 fois leur longueur en déployant une énergie équivalente à 400 fois leur masse. Leur « ressort » peut rester bandé longtemps et les sauts sont répétés sans dommages. Des muscles abaisseurs, situés dans le thorax, plient doucement la patte postérieure au niveau de l'articulation coxa-trochanter, réalisée par deux pivots. Les « arcs pleuraux » (pièces du thorax qui peuvent s'étendre jusqu'à l'articulation de l'aile arrière) constituent le ressort, en matériau composite chitine-résiline. La détente de ce système provoque le saut, aidé par l'extension de la patte autour de l'articulation fémur-tibia.

Le mécanisme – qui rappelle celui de la puce – est grosso modo le même chez tous les groupes, avec des différences notables au niveau des coxas. Chez les cercopes adultes⁷, les coxas sont jointives mais indépendantes. Sur leur face ventrale, une zone est couverte de microtriches (soies très courtes) qui fait face à une page semblable sur la face dorsale proximale du fémur : l'ensemble forme une sorte de velcro qui lie les articles tant que le ressort est bandé. Lorsque ceux-ci se détachent d'un coup, l'insecte est propulsé en l'air. Les Issidés ont les coxas collées, avec une courte épine coxale couverte

de microtriches qui touche une simple tache blanche (un détecteur de contact ?). Adultes et larves sautent chez les Cicadelloidea ; les coxas sont jointes par une sorte de bouton pression ; les espèces à longues pattes et celles à courtes pattes réalisent les mêmes performances.

Chez les Hyménoptères chalcidiens **Eupelminés**, mâles et femelles adultes sont très différents ; cette dernière est connue pour ses contorsions, elle s'enroule en arrière. Ce sont de bons sauteurs. L'architecture et la musculature du segment mésothoracique sont modifiés pour réaliser un appareil de saut complexe, différent entre mâles et femelles, impliquant des blocs de résiline et une sorte de charnière qui transforme une compression latérale en flexion dans un plan vertical des coxas et trochanters de la patte médiane⁸.

La **Mouche du vinaigre** *Drosophila (Sophophora) melanogaster* pratique le saut d'une façon aussi originale. Le bond ne dépasse pas 3 cm. Parce que c'est elle, il a été particulièrement étudié. On a des mutants qui ne sautent pas, sinon il suffit d'éteindre la lumière pour déclencher ce comportement de fuite. La patte médiane est actionnée par un puissant muscle abaisseur du trochanter – dit TTM, *tergotrochanteral muscle* – inséré au tergite (partie du tégument qui constitue le « dos » du segment mésothoracique) commandé par une fibre nerveuse géante depuis le « cerveau ». Grâce à la disponibilité de souches transgéniques on a pu montrer que la droso n'a pas besoin d'accumulateur d'énergie.

6. Il s'agit d'un taxon non conventionnel, composite, en usage en entomologie agricole. Il regroupe plusieurs familles et super-familles d'Hémiptères Auchénorynques caractérisées par le saut : les Cicadelloidea (ou Jassoidea = jassides) comprenant les Membracidés, les Cercopidés et les Cicadellidés, et, chez les Fulgoroidea, les Delphacidés, Issidés, Flaidés et Cixiidés. À relire « Les cicadelles » par William Della Giustina. *Insectes* n°s 126 et 127, 2002(3) et (4), en ligne à partir de www.inra.fr/opie-insectes/i-somma.htm

7. Les larves, qui demeurent dans leur abri spumex – le « crachat de coucou » –, ne sautent pas.

8. Ceci est détaillé à www.canacoll.org/Hym/Staff/Gibson/eupjump.pdf (résumé en français).

■ **MAIS LES PATTES NE SONT PAS INDISPENSABLES. ARQUER LE CORPS ET SE DÉTENDRE BRUSQUEMENT PERMET DE SE PROPULSER EN L'AIR ET D'ATERRIR PLUS LOIN, MÊME SI L'ON VIT DANS UN COCON, UNE GRAINE OU UNE GALLE. ILLUSTRENT CECI NOTAMMENT LES ASTICOTS DU FROMAGE, LES MARÉCHAUX, UNE CICINDÈLE QUI ROULE ET... LES POIS SAUTEURS.**

De nombreuses larves de Diptères, dans diverses familles, sont capables de sauter, grâce à un mécanisme de déclic. Les bonds – jusqu'à 50 cm de hauteur – des **asticots du fromage** (et d'autres denrées) *Piophilidae* (Dip. Piophilidés), dits « mulots », sont remarquables⁹. La larve, à partir du 3^e stade, est capable de se plier de telle façon que l'avant rejoigne l'arrière auquel il s'accroche par les crochets buccaux, puis de se raidir d'un coup en lâchant prise brusquement. Ce comportement a été décrit en premier par Swammerdam en 1669 ; il confère certainement un avantage à l'insecte lors d'une phase dangereuse et coûteuse en efforts de reptation, celle où il s'agit de gagner le sol, où s'effectuera la nymphose. Le saut est déclenché par une forte humidité et par... le son d'un crépitement, ce qui correspond normalement à la pluie, condition favorable pour l'asticot – étude faite sur *Prochyliza xanthostoma*, sur pièces de viande avariée.

L'asticot de **Nériidés**, son développement achevé (dans l'écorce pourrie), vide son intestin puis saute de façon à atterrir sur le sol où il s'empupera – le bond ne dépasse pas 20 cm. Les **Clusiidés** quittent de la même manière un milieu semblable.

Le **Mycétophilidés** *Mycetophila cingulum* quitte d'un bond – de 15 cm – son champignon nourricier, un polypore, entre 5 et 10 heures du soir ; les larves mûres qui sont restées à l'intérieur

9. L'asticot donne, de son vivant, tout son caractère au cazu marzu, spécialité sarde qui se déguste en cachette et avec des lunettes.



Adelocera murina (Col. Élatéridés) sur le dos. Le mécanisme permettant le saut est bien visible : l'« épine » A et la fossette B qui l'accueille. - Cliché Chris Schuster

« attendent » et sautent le lendemain ou les jours suivants, le soir.

Plusieurs « mouches des fruits » (**Téphritidés**) sautent également – à quelques centimètres au plus – pour s'empuper au sol. Ceci a été découvert très récemment sur une espèce très étudiée, la Cératite ou Mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata*, ravageur mondialisé.

Les asticots de la **Lucilie bouchère** *Cochlyomyia hominivorax* (Calliphoridés) sont élevés en masse en vue de lâchers de mâles stériles (lutte autocide) ; ils sont nourris sur des plateaux, dont ils sautent tout seuls dans des entonnoirs à la fin de leur développement.

Les **Cécidomyiidés** sont des Diptères Nématocères aux modes de vie très variés. Le prothorax de la larve

est divisé en deux ; chez la plupart, le segment postérieur porte ventralement la spatule, organe perforateur ou saltatoire (au fonctionnement mal défini). Chez certaines espèces, comme la Cécidomyie des poirettes *Contarinia pyrivora* la larve saute du fruit dont elle a souvent percé l'épiderme pour se nymphoser dans le sol. *Aphidoletes aphidimyza* est à l'état larvaire un prédateur furtif de pucerons peu mobile, commercialisé comme agent de lutte biologique ; au dernier stade, il saute (à 5 cm de haut) pour échapper à ses prédateurs (coccinelles) et parasitoïdes.

Placés sur le dos, ils sautent en se détendant comme des ressorts, en faisant un bruit sec bien audible. D'où leurs noms familiers : maréchaux, toque-mallet, taquets, saute-pour-le-roi-de-Prusse, forgerons, marteaux, tape-tape... Ce sont les imagos des Coléoptères

Et aussi...

Les imagos des *Cryptus* (Hym. Ichneumonidés) sautent sur leur abdomen replié. La larve triangulin du Strepsiptère* *Corioxenos*, grâce à ses filaments abdominaux, saute sur son hôte, une punaise *Antesia* (Hém. Pentatomidés), attirée par sa couleur. *Odontomachus bauri* (Hym. Myrmycidés Ponériné) referme violemment ses longues mandibules sur ses proies ; si celles-ci rencontrent un élément dur, la fourmi est projetée à plusieurs centimètres, avec un bruit fort. C'est la *tic-ant* en Afrique anglophone.

Et encore...

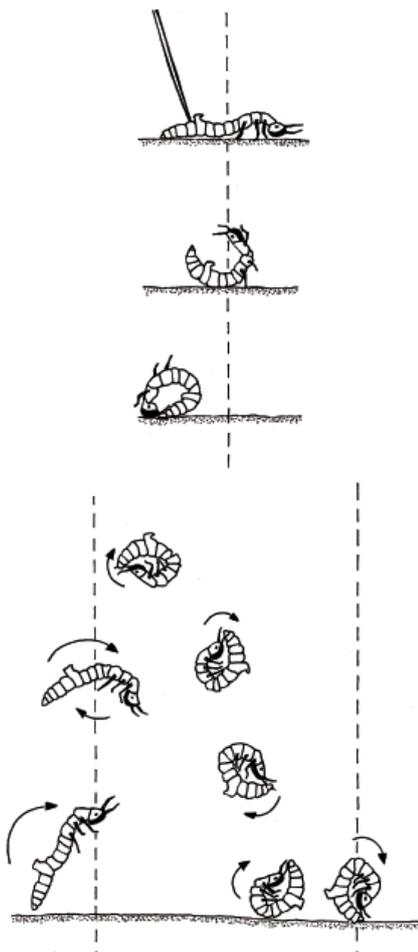
On a découvert tout récemment que tels ou tels insectes – bien connus – ont la capacité de sauter. Alors, regardez bien et expérimentez : mettez le sujet en situation, sans l'asticoter trop fort. Et faites-nous part de votre trouvaille.

* À (re)lire : « Les Strepsiptères », par Alain Fraval. *Insectes* n° 147(2007-4). En ligne à www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i147fraval1.pdf

Élatéridés. Leur appareil de saut est constitué d'une fossette dans le bord antérieur du mésosternum¹⁰, d'une épine saillant du bord postérieur du prosternum et d'une charnière articulant dorso-ventralement le segment antérieur du thorax. Le mouvement de l'avant-corps entraîne le reste, imposant à la tête une accélération dépassant 2 000 g ! Ce saut, culminant à 30 cm, les fait retomber sur leurs pattes, en général ; l'insecte saute autant de fois qu'il faut pour s'échapper et disparaître dans la végétation. Les larves sont souterraines, d'où le



Cocoon sauteur d'Hyménoptère Ichneumonidé près de la dépouille d'une chenille parasitée par la larve - Cliché Benoit Martha



Les étapes successives du saut chez la larve de *Cicindela dorsalis media*
D'après Harvey et Zukoff, 2011

nom de taupins donné aux représentants de la famille. Se sont des dévoreuses de racines et tigelles.

La **cicindèle** *Cicindela dorsalis media* (Coléoptère Cicindélidé) vit sur les plages de côte est des États-Unis ; la larve très peu mobile par elle-même chasse à l'affût dans un terrier. Dérangée, heurtée au niveau de l'abdomen, la larve projette sa tête en arrière jusqu'à ce qu'elle touche son dos ou l'extrémité de l'abdomen et bascule en arrière. Dès que sa « queue » touche le sable, la larve se détend brusquement en prenant appui sur celle-ci et effectue un ou plusieurs sauts périlleux. Si elle ne retombe pas sur le côté, elle part en roulant, en ligne droite, poussée par le vent, les pattes étendues. Elle peut faire ainsi jusqu'à 60 m. Ce comportement original¹¹ et surprenant n'a été découvert qu'en 2011¹² sur cet insecte très étudié depuis longtemps par un entomologiste qui s'amusait à déloger les larves en donnant des coups de pied dans le sable...

Les détentes brusques de larves endophytes (de Lépidoptères, Coléoptères et Hyménoptères) font sauter et rouler les graines, fruits et galles qui les hébergent. Le sujet a été traité dans ces pages¹³. On ajoutera le cas des cocons sauteurs de certaines espèces des genres *Bathyplectes*, *Eulimneria* et *Phobocampe* (Hym. Ichneumonidés).

■ ON VOIT COURAMMENT CES ARTHROPODES SAUTER, CE NE SONT PAS DES INSECTES.

Les Collembolés¹⁴ sont des arthropodes à 6 pattes formant une classe à part des insectes, parmi lesquels ils étaient classés autrefois, chez les Aptérygotes. Ils sautent sans les pattes grâce à un organe particulier de leur abdomen, disposé ventralement, composé de la fourche (ou furca) dirigée vers l'avant – qui se détend brusquement – et du rétina-cle – qui maintient la fourche contre l'abdomen.

Les saltiques sont des araignées sauteuses (famille des Salticidés) d'1 à 20 mm, trapues, aux pattes relativement courtes. On les rencontre sur la végétation. Ces chasseuses à l'affût sont douées d'une très bonne vue (2 paires d'yeux). Si leurs pattes avant sont plus grosses que les suivantes, c'est sur leurs pattes arrière (4^e paire) non modifiées qu'elles sautent (sur leur proie). Elles tissent un fil de soie qui leur sert à s'assurer. ■

10. Partie ventrale du segment médian du thorax.

11. Parmi les insectes, deux chenilles roulent (face ventrale à l'intérieur) : celles de la Tordeuse de l'œillet *Cacoecimorpha pronubana* (Lép. Tortricidé) et de la Pyrale du houblon *Pleurotya ruralis* (Lép. Crambridé).

12. L'article source, signé A. Harvey et S. Zukoff est disponible gratuitement en ligne : doi:10.1371/journal.pone.0017746

13. Graines et pois sauteurs, par Remi Coutin. *Insectes* n° 132, 2004(1). En ligne à www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i132coutin2.pdf

14. À (re)lire : « Les Collembolés aquatiques... » par Sylvain Pichard et « Le comportement reproducteur des Collembolés », par Jean-Marie Betsch. *Insectes* n°s 73, 1989(2) et 77, 1990(2), en ligne à partir de www.inra.fr/opie-insectes/i-sommaire.htm