LES CAPNIONEURA DES PYRENEES

[Plecoptera]

par C. BERTHÉLEMY

On connaissait deux *Capnioneura* pyrénéennes, *C. mitis* Despax, 1932 et *C. brachyptera* Despax, 1932. Une nouvelle espèce, *C. aptera* n. sp., a été capturée dans le département de l'Ariège en janvier et février 1967. Nous en donnons ci-dessous la description, suivie d'une étude comparée des larves des trois espèces pyrénéennes.

La chaîne pyrénéenne est la seule région où coexistent plusieurs espèces de *Capnioneura*. Il était donc intéressant de rechercher si ces trois espèces formaient ou non un ensemble monophylétique au sein du genre. Grâce à des envois de MM. J. GUIDICELLI et H. MENDEL que nous prions d'accepter nos plus vifs remerciements, il nous a été possible d'examiner des exemplaires de *C. petricola* Giudicelli, 1967 et de *C. nemuroides* Ris, 1905. En mars 1969, nous avons récolté en Kroumirie des *C. petitpierrae* Aubert, 1961, en compagnie, d'ailleurs, de nombreux *Capnopsis schilleri* (Rostock, 1892). Ayant ainsi disposé de six des sept espèces actuellement connues, nous présentons une discussion de leurs caractères génériques et spécifiques et de leurs relations cladistiques.

Notons enfin que *C. aptera* n. sp. est le premier Plécoptère européen complètement dépourvu d'ailes. *Leuctra ligurica* Aubert, 1962 possède en effet de courts moignons alaires absents chez *C. aptera*. D'autres Capniidae totalement aptères vivent en Amérique du Nord, en Asie centrale et au Japon.

I. — DESCRIPTION DE *CAPNIONEURA APTERA* NOV. SP.¹

Longueur du mâle, 4 à 5 mm; longueur de la femelle, 5 à 6 mm.

Coloration très uniforme, brun noirâtre à maturité, avec deux taches plus claires entre les ocelles latéraux et les yeux composés. Pattes plus claires que le reste du corps, genoux et tarses brun foncé.

1. Les caractères communs à *C. aptera* et aux autres *Capnioneura* ne sont pas mentionnés dans cette description mais dans la discussion des caractères génériques (3.1.).

FIG. 1 à 3 : face dorsale du thorax de *Capnionera*. — 1 : *C. mitis*. — 2 : *C. brachyptera*. — 3 : *C. aptera*. Es. : sommet de l'épisternum; Psc. : aire correspondant au préscutum; Sl. : aire correspondant au scutellum; Ss. : sclérite subalaire.

FIG. 4 à 6 : face ventrale du thorax de *Capnionaura*. — 4 : *C. mitis*. — 5 : *C. brachyptera*. — 6 : *C. aptera*. B. : basisternum; F. furcasternum; P. : prés-
 ternum; Pf. : plaques postfurcasternales; S. : spinasternum. Les chiffres
 romains I, II et III en indices correspondent respectivement au pro-, méso-
 et métasternum.

Ligne en Y de la capsule céphalique distincte. Ocelles très petits, formant une faible saillie à la surface de la tête. La cornée des ocelles latéraux mesure une vingtaine de μ de diamètre, celle de l'ocelle médian moins de 10 μ .

Ailes totalement absentes (*fig. 3*). Méso- et métanotum formés chacun d'un sclérite trapézoïdal unique, indivis, un peu plus large en avant qu'en arrière. Une suture médiane, dans le quart antérieur, permet de distinguer l'aire correspondant au préscutum (*fig. 3*, Psc.). De faibles dépressions délimitent le territoire homologue du scutellum (Sl.). D'après la position du sommet de l'épisternum (Es.), le tiers antérieur des bords latéraux correspond au pont préalaire et à la tégula, les deux tiers postérieurs à l'aile et au procès alaire postérieur. Sous les bords latéraux du méso- et du métanotum, en arrière du sommet de l'épisternum, se trouve un très petit sclérite (Ss.), sans doute homologue d'un des sclérites subalaires.

Sommets des épisternums méso- et métathoraciques arrondis, apophyses alaires réduites. Limite entre l'anépisternum et le katépisternum peu distincte.

Spinasternum prothoracique deux ou trois fois plus large que long (*fig. 6*, S I), non soudé au basisternum mésothoracique (B II). De part et d'autre se trouvent deux sclérites mal délimités, restes des bras latéraux du spinasternum des *Capnioneura* ailées. Furcasternum mésothoracique (F II) sans suture médiane. Plaques postfurcasternales mésothoraciques (Pf II) non soudées au furcasternum ni au spinasternum. Basisternum métathoracique (B III) dépourvu de prolongements antérieurs latéraux.

Mâle.

Fémurs postérieurs arqués, à concavité inférieure.

Aire non sclérifiée du tergite 10 en forme de V. Epiprocte court, étroit, légèrement dilaté à l'extrémité (*fig. 16*, 26 et 27). Prolongement postérieur interne des cerques mince, peu sclérifié, dirigé vers la ligne médiane (*fig. 11*).

Spécillum² court, dentelé et un peu dilaté à l'extrémité (*fig. 16*, 28 et 29). Contour inférieur en ogive arrondie.

Partie sclérifiée des lames des paraproctes³ assez large, formant

2. = pénis RIS, 1913, DESPAX 1932 a, 1932 b, 1951, ILLIES 1955, ZHILTZOVA 1964
- = spécillum AUBERT 1959, 1961, HOFFMANN 1960, GIUDICELLI 1967
- = spécillum ILLIES 1963 a.

L'homologie avec le spécillum des *Leuctra*, explicitement proposée par AUBERT [1959], devra être confirmée par l'étude de la musculature et du développement de l'organe.

3. La ressemblance des paraproctes de *Leuctra* et de *Capnioneura* est si superficielle qu'il est inopportun de reprendre le terme de styles proposé par AUBERT [1961].

un coude au niveau de l'insertion de la zone membraneuse postérieure (*fig. 12 et 16*).

Femelle.

Tergites abdominaux entièrement sclérifiés.

Sur le deuxième segment abdominal, une paire de sclérites transverses se trouve en avant du sternite principal. Sur les segments 3 à 7, la partie interne de ces sclérites est fusionnée au sternite. Les parties externes, libres, forment deux petits triangles situés de part et d'autre du sternite. Elles sont parfois indistinctes, unilatéralement ou non, sur certains segments.

Sternite 7 un peu plus long que les sternites précédents, prolongé sur le sternite 8 par un triangle à bords légèrement convexes (*fig. 38*). Près de son extrémité, de part et d'autre de la ligne médiane, ce prolongement fusionne parfois avec les zones sclérifiées du sternite 8.

Sternite 8 entièrement sclérifié, à l'exception d'une étroite bande médiane. Chaque demi-sternite présente deux taches sombres, aux angles antérieur et postérieur.

Sclérites vulvaires réunis en avant de l'orifice génital par une mince pièce sclérifiée. Les bords libres des sclérites vulvaires sont à peu près perpendiculaires. En avant, de part et d'autre de la ligne médiane claire, se trouvent deux bandes longitudinales plus sclérifiées et plus brillantes que le reste du sternite.

Holotype : un mâle dont le spécillum et les lames des paraprotectes font saillies hors du sternite 9 (*fig. 16*), capturé le 20.1.1967, près de la « Fontaine de la Piche » (altitude 970 m, coordonnées Lambert X 516, Y 72), et conservé dans ma collection.

Paratypes : 13 mâles et 6 femelles, capturés avec l'holotype, 2 mâles et 6 femelles capturés le 24.2.1967 dans la même localité.

La « Fontaine de la Piche » est en fait un tuyau de drainage passant sous la route départementale 18 (Dép. de l'Ariège) et donnant naissance à un ruisseau de 20 à 50 cm de large et de quelques cm de profondeur. Ce ruisseau appartient au bassin versant du Baup, affluent du Salat. Température, 6,5° C à 11 h, le 20.1.1967, alcalinité 0,25 mé/l, dureté 0,35 mé/l, pH 6,7. Autres Plécoptères récoltés : jeunes larves d'*Isoperla viridinervis* (Pictet, 1865), de *Pachyleuctra benllochi* (Navas, 1917), de *Protonemura* sp., *Nemoura* sp., *Leuctra* sp.

2. — CARACTERES DISTINCTIFS DES LARVES DES *CAPNIONEURA* DES PYRENEES

La larve de *C. mitis* a été décrite par BOCQUET [1944] et figurée également par HOFFMANN [1960], celle de *C. nemuroides* par AUBERT [1946], reproduit par BERTRAND [1954]. Quelques caractères de la larve de *C. petitpierrae* Aubert, 1961 ont été donnés et figurés par AUBERT [1956]. Cette larve n'est donc pas inconnue, contrairement à ce qu'indique ILLIES [1966].

Les larves au dernier stade des espèces pyrénéennes se distinguent aisément par le développement des fourreaux alaires.

Chez *C. aptera*, le thorax est semblable à celui de l'adulte.

Les longueurs des fourreaux alaires de *C. mitis* et de *C. brachyptera* ont été mesurées depuis le bord antérieur du mésonotum jusqu'à l'extrémité du fourreau de l'aile antérieure, parallèlement à l'axe du corps, et depuis le bord antérieur du métanotum jusqu'à l'extrémité du fourreau de l'aile postérieure. Ces longueurs ont été rapportées à la longueur du pronotum. On obtient ainsi des valeurs qui varient très peu en fonction du degré de contraction de la larve.

Chez *C. mitis*, le rapport précité varie entre 2,5 et 2,8 pour les fourreaux antérieurs (moyenne 2,75, 14 exemplaires provenant de la Montagne Noire et des Petites Pyrénées, cf. BERTHÉLEMY 1965, 1966), et entre 2,1 et 2,3 pour les fourreaux postérieurs (moyenne 2,2).

Chez *C. brachyptera*, le rapport varie entre 1,6 et 1,8 pour les fourreaux antérieurs (moyenne 1,65, 10 exemplaires provenant des départements des Hautes-Pyrénées et de l'Ariège), et entre 1,2 et 1,4 pour les fourreaux postérieurs (moyenne 1,3).

Pour les stades antérieurs, il est nécessaire de comparer des larves de même taille et de même sexe.

Les larves mâles au dernier stade des trois espèces diffèrent également par la forme de l'épiprocte et des paraproctes.

L'épiprocte de *C. brachyptera* (fig. 41) est plus large et moins allongé que celui de *C. mitis* (fig. 49). Celui de *C. aptera* est plus cylindrique que celui des deux espèces précédentes (fig. 45). Bien que la base de l'épiprocte soit peu sclérifiée et assez souple, il semble que les différences d'orientation de l'organe, plus redressé chez *C. aptera* (fig. 46), puissent également être retenues comme critères.

Les paraproctes de *C. aptera* (fig. 47) sont plus courts que ceux des deux autres espèces. Ceux de *C. brachyptera* (fig. 43) sont plus incurvés vers le haut et plus brusquement rétrécis que ceux de *C. mitis* (fig. 51).

Les différences précédentes préfigurent simplement celles des imagos. Les caractères proprement larvaires sont très homogènes. Seuls deux autres critères ont pu être mis en évidence, malgré un examen détaillé portant en particulier sur l'ornementation et la forme des pièces buccales.

Les pattes de *C. mitis* sont plus minces que celles de *C. brachyptera* et *C. aptera*. Le rapport de la largeur à la longueur des fémurs postérieurs est de 0,22 chez *C. mitis*, 0,27 chez *C. brachyptera* et 0,3 chez *C. aptera*. La différence entre *C. brachyptera* et *C. aptera* n'a pas pu être vérifiée sur un nombre suffisant d'exemplaires pour que sa valeur diagnostique soit certaine.

L'ornementation tégumentaire constitue un dernier critère (fig. 40, 44 et 48.). Les soies de *C. mitis* sont plus minces et plus longues que celles des deux autres espèces. Les épines cuticulaires de *C. brachyptera* sont plus fortes que celles de *C. aptera* et surtout de *C. mitis*.

Ces différences peuvent être observées en plusieurs points du corps, à condition de comparer des régions rigoureusement homologues. Il est en outre nécessaire de tenir compte du mode de préparation. Les soies des exemplaires conservés en alcool glycériné sont plus ou moins contractées. Les portions de tégument représentées sur les figures 40, 44 et 48 ont séjourné quelques jours dans du Lactophénol, jusqu'à ce que l'aspect des soies ne varie plus.

3. — CARACTERES GENERIQUES ET SPECIFIQUES RELATIONS CLADISTIQUES

3.1. — Caractères génériques.

HANSON [1946] étudia l'espèce-type *C. nemuroides* et proposa des caractères génériques numérotés de 1 à 10. L'examen d'autres espèces a montré que certains de ces caractères ne peuvent être retenus.

La suture postfrontale est distincte chez *C. brachyptera* et *C. aptera* (caractère 2 de HANSON, absence de cette suture). La suture en Y correspond à une ligne d'exuviation de la larve, et non à un repli interne du tégument servant à l'insertion des muscles [MouLINS 1968]. Sa plus ou moins grande netteté chez l'imago ne semble pas avoir d'importance au point de vue systématique. Il en est de même de la ligne médiodorsale du pronotum.

L'absence de sutures transverses antérieure et postérieure sur le pronotum chez toutes les espèces de *Capnionaura* est plus caractéristique. Le pronotum présente des callosités d'un relief plus ou moins net, figurées par GIUDICELLI [1967] chez *C. petricola*.

Chez aucune des espèces étudiées, les présternums ne sont nettement délimités comme sur la figure de HANSON. Les *Capnioneura* diffèrent sur ce point des *Capnia*. Les présternums semblent plus ou moins fusionnés aux basisternums correspondants, surtout sur le pro- et le mésothorax.

Le furcasternum mésothoracique ne présente pas de suture médiane chez *C. brachyptera* et *C. aptera* (fig. 5 et 6; caractère 4 de HANSON : présence d'une suture). Les plaques postfurcasternales mésothoraciques sont libres chez *C. aptera* (fig. 6, Pf 11; caractère 5 de HANSON : fusion de ces plaques avec le spinasternum et le furcasternum).

L'utilisation des sclérites thoraciques en systématique doit être envisagée avec réserve chez les espèces à ailes réduites ou absentes. La découverte d'espèces ailées d'*Eocapnia* ou d'*Allocapniella*, par exemple, pourrait remettre en cause les critères proposés par KAWAI [1967].

Enfin, chez toutes les espèces à ailes normalement développées, certains individus possèdent une nervure transverse plus ou moins nette dans le champ costal, au-delà de la nervure joignant R₁ à la sous-costale (caractère 9 de HANSON, absence de nervure transverse). La variabilité de ce caractère avait déjà été signalée par RIS [1913], pour l'aile postérieure de *C. nemuroides*.

Les seuls autres caractères génériques qui peuvent être ajoutés à la liste de HANSON sont propres à l'un ou l'autre sexe.

Chez le mâle, les cerques présentent un prolongement postérieur interne et le spécillum forme un crochet à concavité inférieure.

Chez les six espèces étudiées, le spécillum est dissymétrique. La partie supérieure de l'organe présente une gouttière largement ouverte vers le haut. Le bord droit de cette gouttière est un simple repli de la lame qui forme la partie distale du spécillum et il en est certainement de même chez *C. caucasica* Zhiltzova, 1964.

La présence des quatre caractères suivants devra être vérifiée chez *C. caucasica* mais paraît assez probable : le bord inférieur des tibias postérieurs est muni d'épines noires, courtes et aiguës (fig. 17); le bord inférieur des fémurs postérieurs porte des poils plus denses et disposés plus régulièrement que celui des autres fémurs; les tergites abdominaux 2 à 6 (ou 7) présentent une forte pilosité, les extrémités des poils latéraux convergeant vers la ligne médiane et celles des poils du centre étant dirigées vers l'avant; enfin, les lames des paraproctes sont soudées l'une à l'autre à la base, au-dessus du spécillum.

Chez la femelle, le sternite 7 se termine par un prolongement médian plus ou moins étroitement soudé au sternite 8. Chez des *Capnia* et *Isocapnia* américaines, les sternites 7 et 8 sont également

fusionnés, mais ce caractère oppose les *Capnionura* aux autres Capniidae européens.

3.2. — Caractères spécifiques.

3.2.1. — COLORATION.

C. nemuroides a une coloration très uniforme, avec une tache claire entre les ocelles et les yeux composés, une légère différence de teinte entre le front et l'arrière du crâne, des traces d'insertions musculaires peu distinctes et des tergites thoraciques sans dessins nets. Chez *C. brachyptera* et *C. aptera*, les traces d'insertions musculaires sont plus apparentes et, chez la première, les trois quarts postérieurs des préscutums sont un peu éclaircis.

Chez *C. mitis* et *C. petitpierrae*, et, sans doute, chez *C. petricola* à maturité, les traces sombres des insertions musculaires de la tête et du pronotum se détachent nettement sur un fond plus clair. Le mésothorax présente une bande transverse claire sur le pont préalaire, les trois quarts postérieurs du préscutum et la partie médiane tout à fait antérieure du scutum. Sur le métathorax, cette bande claire est moins distincte.

3.2.2. — AILES, SCLÉRITES THORACIQUES ET OCELLES.

Le développement des ailes varie chez *C. caucasica* [ZHILTOVA 1964].

C. nemuroides, *C. petitpierrae* et *C. mitis* ont des ailes longues. Chez *C. nemuroides* et *C. mitis*, l'aile antérieure mesure de 6 à 6,5 mm chez le mâle et de 7 à 7,5 mm chez la femelle. De taille générale plus grande, *C. petitpierrae* possède des ailes antérieures de 7 à 7,7 mm chez le mâle et de 8 à 8,5 mm chez la femelle.

Nous avons choisi comme grandeur de référence la largeur de la tête, yeux compris, qui varie peu en fonction de l'état des exemplaires. Le rapport de la longueur de l'aile antérieure à la largeur de la tête est de 8,2 à 8,8 chez les trois espèces précitées.

C. petricola a des ailes nettement plus courtes : 4,3 mm pour l'aile antérieure du mâle, 5,7 mm pour celle de la femelle. Le rapport à la largeur de la tête est de 6 à 6,2.

Chez *C. brachyptera*, enfin, les ailes ne mesurent que de 2 à 2,5 mm chez le mâle (rapport 2,2 à 2,8) et de 2,5 à 3 mm chez la femelle (rapport 2,5 à 3).

Le développement des sclérites thoraciques correspond à celui des ailes (fig. 1 à 6). Le méso- et le métathorax de *C. nemuroides*, *C. petitpierrae* et *C. mitis* sont plus fortement bombés que ceux de *C. brachyptera*. Ceux de *C. petricola* sont intermédiaires, tout en étant plus proches de ceux de *C. mitis*.

La réduction des ocelles est nette chez *C. brachyptera* et surtout *C. aptera*. Les ocelles latéraux ont un diamètre de 30 μ chez *C. mitis*, de 25 μ chez *C. brachyptera*, et de 20 μ chez *C. aptera*. L'ocelle médian a un diamètre de 40 μ chez *C. mitis*, de 30 μ chez *C. brachyptera* et de moins de 10 μ chez *C. aptera*.

Une telle réduction des ocelles chez des formes brachyptères ou aptères a été signalée chez des Gripterygidae [AUBERT 1956 a, ILLIES 1960, 1963 b, 1964], des Capniidae [KAWAI 1967] et chez une *Leuctra* [AUBERT 1962]. C'est là un phénomène assez général chez les Insectes [KALMUS 1945].

La fonction exacte des ocelles n'est pas encore connue [BULLOCK et HORRIDGE 1965, GOLDSMITH 1964]. Quelques auteurs ont supposé qu'ils agissaient sur les neurosécrétions et le maintien des rythmes d'activité. Une telle hypothèse ne tient compte ni de leur régression chez les espèces qui ne volent pas, ni de l'orientation différente des axes optiques des trois ocelles.

Ce sont les diminutions d'éclairement qui provoquent des décharges nerveuses dans le nerf ocellaire. Lors du vol, de telles diminutions brusques d'éclairement peuvent être dues à la proximité d'un obstacle. Les yeux composés étant peu sensibles aux variations d'intensité lumineuse, les deux systèmes visuels des Insectes auraient ainsi un rôle complémentaire.

3.2.3. — CARACTÈRES DES MALES.

Fémurs postérieurs.

Seule *C. aptera* possède des fémurs postérieurs nettement incurvés. Ceux des autres espèces sont subrectilignes.

Pilosité des sternites 6, 7 et 8.

Chez *C. mitis*, *C. petricola* et *C. petitpierrae*, la partie postérieure des sternites abdominaux 6, 7 et 8 présente une plage triangulaire médiane couverte de longs poils dirigés vers l'arrière. Chez *C. nemuroides*, *C. brachyptera* et *C. aptera*, la pilosité est un peu plus dense aux mêmes emplacements mais le contraste avec le reste du sternite est moins prononcé.

Sclérification du tergite 10.

Chez *C. nemuroides* (fig. 7), la bande sclérifiée qui forme la partie antérieure du tergite présente un long prolongement médian et les deux sclérites latéraux qui convergent vers la base de l'épiprocte sont étroits. Chez les autres espèces, le prolongement médian est beaucoup plus court et les sclérites latéraux plus larges. La zone médiane non sclérifiée est de plus en plus étendue dans la série *C. brachyptera* — *C. aptera*, *C. petricola*, *C. petitpierrae* — *C. mitis*

FIG. 7 et 17 : *Capnionneura* mâles. — 7 : extrémité de l'abdomen de *C. nemuroides*, face dorsale (échelle A). — 8 : lame du paraprocte gauche de *C. nemuroides*, face latérale (échelle B). — 9 : extrémité de l'abdomen de *C. brachyptera*, face dorsale (A). — 10 : lame du paraprocte gauche de *C. brachyptera*, face latérale (B). — 11 : extrémité de l'abdomen de *C. aptera*, face dorsale (A). — 12 : lame du paraprocte gauche de *C. aptera* (B). — 13 : cerque gauche de *C. petricola*, même orientation que sur les figures 7, 9, 11 et 14 (A). — 14 : extrémité de l'abdomen de *C. mitis*, face dorsale (A). — 15 : lame du paraprocte gauche de *C. mitis* (B). — 16 : extrémité de l'abdomen de l'holotype de *C. aptera*, face latérale gauche (A). — 17 : épines de la face inférieure du tibia postérieur de *C. aptera* (échelle C).

(fig. 9, 11 et 14; pour *C. petricola*, fig. 3 in GIUDICELLI 1967, pour *C. petitpierrae*, fig. 8 in AUBERT 1961).

Cerques.

Le prolongement postérieur interne des cerques est peu sclérifié chez *C. nemuroides* (fig. 7) et de taille beaucoup plus grande que

chez les autres *Capnionera*. Chez *C. brachyptera* (fig. 9), il est court et massif. Il est plus mince chez les autres espèces et dirigé vers l'intérieur du corps chez *C. aptera* (fig. 11), parallèle à l'axe du corps ou légèrement orienté vers l'extérieur chez *C. mitis* (fig. 10), *C. petitierrae* (AUBERT 1961, fig. 8) et *C. petricola* (fig. 13). Le second article est très petit chez *C. nemuroides* et *C. petitierrae*, moins régressé chez les autres espèces.

Epiprocte.

L'épiprocte a une forme très caractéristique, aussi bien vu de profil que vu de l'arrière. Le problème de l'identité du mâle de *Capnionera* capturé par KLEFISH a été abordé d'un point de vue presque exclusivement biogéographique [AUBERT 1946, 1959, ILLIES 1955, 1963 a, HOFFMANN 1960, MÜLLER-LIEBENAU 1963]. Or l'aspect de l'épiprocte et celui des cerques sur les figures de KLAFALEK [1913], malgré des imprécisions de détails, permettent à eux seuls de rapporter cet exemplaire à *C. mitis* et non à *C. nemuroides*.

Vu de l'arrière, l'épiprocte est rétréci à l'extrémité seulement chez *C. nemuroides* et *C. brachyptera* (fig. 19 et 23). Il est rétréci plus près de la base chez les autres espèces, avec des bords latéraux subparallèles chez *C. aptera* et convergents chez *C. petricola*, *C. mitis* (fig. 21 et 31) et *C. petitierrae*.

L'épiprocte présente une fine dent antérieure subapicale chez *C. nemuroides* (fig. 18) et *C. aptera* (fig. 26). Chez *C. mitis* (fig. 30), cette dent est plus développée; chez *C. brachyptera* (fig. 22) et *C. petricola* (GIUDICELLI 1967, fig. 1), elle s'élargit et forme une crête transversale, d'un relief plus accusé chez *C. brachyptera*. Chez *C. mitis*, enfin, la base de l'épiprocte présente un renflement antérieur arrondi plus prononcé que chez les autres espèces.

Lames des paraproctes.

Les lames des paraproctes présentent une bande sclérifiée qui s'amincit vers l'extrémité. Cette bande est plus sinueuse chez *C. nemuroides* (fig. 8) et *C. brachyptera* (fig. 10) que chez les autres espèces. Chez *C. mitis*, elle est assez régulièrement incurvée (fig. 15) et chez *C. petitierrae* sa courbure augmente brusquement près de l'apex, après une portion subrectiligne.

Les lames des paraproctes de *C. aptera* et *C. petricola* sont plus courtes que celles des espèces précédentes. La bande sclérifiée présente un coude dans sa partie moyenne chez *C. aptera* (fig. 12). Chez *C. petricola*, sa courbure est plus forte vers l'apex.

Spécillum.

Le spécillum de *C. nemuroides*, bien représenté par RIS [1913]⁴ possède une petite encoche subapicale et se termine en pointe. La

4. Figure reproduite par DESPAX [1951] et ILLIES [1955].

FIG. 18 à 35 : épiproctes et spécillums de *Capnionneura* mâles. — 18 : épiprocte de *C. nemuroides*, face gauche. — 19 : id., face postérieure. — 20 : spécillum de *C. nemuroides*. — 21 : épiprocte de *C. petricola*, face postérieure. — 22 : épiprocte de *C. brachyptera*, face gauche. — 23 : id., face postérieure. — 24 : épiprocte de *C. brachyptera*. — 25 : spécillum de *C. petricola*. — 26 : épiprocte de *C. aptera*, face gauche. — 27 : id., face postérieure. — 28 : extrémité du spécillum de *C. aptera*. — 29 : spécillum d'un autre individu de *C. aptera*. — 30 : épiprocte de *C. mitis*, face gauche. — 31 : id., face postérieure. — 32 : spécillum de *C. mitis*, vu de l'arrière. — 33 : extrémité du spécillum de *C. mitis*. — 34 : spécillum d'un autre individu de *C. mitis*. 35 : extrémité du spécillum d'un troisième individu de *C. mitis*. Les spécillums sont vus du côté gauche sur les figures 20, 24, 25, 28, 29, 33, 34 et 35; les lignes en tirets et en pointillé correspondent au bord droit de la gouttière dorsale.

figure de HANSON [1946] semble avoir été effectuée d'après un organe brisé.

Les spécillums de toutes les autres espèces montrent une grande uniformité. Contrairement à l'indication de DESPAX [1932 b], celui de *C. mitis* possède aussi des denticulations subapicales, moins aiguës toutefois, que chez *C. brachyptera*.

La largeur de la dilatation terminale varie à l'intérieur d'une même espèce (fig. 33, 34 et 35). Le meilleur caractère spécifique est fourni par la courbure du bord inférieur.

3.2.4. — CARACTÈRES DES FEMELLES.

Tergites.

Tous les tergites abdominaux sont sclérifiés chez *C. aptera*. Chez les espèces ailées, seul le tergite 9 est entièrement sclérifié. Chez *C. brachyptera*, les tergites 7 et 8, recouverts en partie seulement par les ailes, ont une bande médiane membraneuse plus étroite que chez *C. nemuroides*, *C. mitis*, *C. petricola* et *C. petitpierrae*. Ce caractère est en corrélation avec le développement des ailes. Celles-ci jouent sans doute un rôle protecteur pour l'abdomen des femelles et permettent une réduction de la sclérification qui facilite le gonflement de l'abdomen lors de la maturation des œufs.

Sclérification du bord des sternites 3 à 7.

Les aires membraneuses qui séparent les sternites des segments abdominaux successifs, ou le sternite et le tergite d'un même segment, sont d'étendue variable. Leur développement isole plus ou moins complètement des sclérites accessoires.

Une paire de sclérites antérieurs est ainsi isolée chez *C. nemuroides*, alors que, chez les autres espèces, les aires correspondantes font simplement saillie en avant du sternite. Près des angles antérieurs se trouve une paire de sclérites bien développés chez *C. brachyptera*, de taille moyenne chez *C. mitis* et *C. petricola*, très réduits ou même absents chez *C. aptera* et *C. petitpierrae*. Chez *C. nemuroides*, il existe deux paires de sclérites latéraux.

Sternite 7.

Le sternite 7 présente une tache postérieure arrondie chez *C. nemuroides* et une bande médiane à contours latéraux convexes chez *C. mitis*.

Chez *C. brachyptera* et *C. aptera*, le prolongement médian postérieur du sternite 7 forme un triangle assez court, plus ou moins fusionné latéralement au sternite 8. Chez *C. caucasica*, *C. mitis*,

FIG. 36 à 39 : extrémités postérieures d'abdomens de *Capnionneura* femelles, face ventrale. — 36 : *C. nemuroides*. — 37 : *C. brachyptera*. — 38 : *C. aptera*. — 39 : *C. mitis*.

C. petricola et *C. petitpierrae*, le prolongement paraît beaucoup plus allongé et il est probable qu'une portion plus ou moins importante du sternite 8 entre dans sa constitution. Chez *C. nemuroides*, le prolongement est complètement soudé aux aires pigmentées du sternite 8 et ses limites propres ne sont pas discernables.

Sternite 8.

D'après la figure de RIS [1905]⁵ et celle d'AUBERT [1959], le bord postérieur du sternite 8 de *C. nemuroides* présenterait une grande encoche médiane. Il s'agit en fait d'une zone claire, membraneuse, entourée de deux bandes très sombres (fig. 36). Le bord postérieur du sternite 8 forme un « W » à angles très ouverts.

Chez *C. brachyptera*, le bord postérieur du sternite 8 est sinueux. Un peu en arrière de l'orifice génital, de part et d'autre de la ligne médiane, se trouvent deux zones un peu en relief dont l'aspect rappelle celui des lobes vulvaires des *Protonemura*.

Chez les autres espèces existent des sclérites vulvaires. Ces sclérites forment l'un avec l'autre un angle à peu près droit chez *C. aptera* et un angle beaucoup plus ouvert chez *C. caucasica*, *C. petricola*, *C. petitpierrae* et *C. mitis*.

L'ouverture vulvaire de *C. brachyptera* est plus large que celle des autres espèces. Il est possible qu'il y ait là une corrélation fonctionnelle avec la largeur plus grande de l'épiprocte du mâle, comme chez certaines *Protonemura*, mais les détails de l'accouplement des *Capnioneura* n'ont jamais été observés.

Le sternite 8 présente deux taches sombres aux angles antérieurs chez toutes les *Capnioneura*. Chez *C. nemuroides*, il est parcouru par une bande médiane qui s'étale de part et d'autre de l'orifice génital et qui est fusionnée en avant avec le prolongement postérieur du sternite 7. Chez *C. brachyptera*, il est assez uniformément coloré, avec une très mince bande noire axiale entourée de deux zones claires. La coloration de *C. aptera* a été décrite ci-dessus. Celle de *C. caucasica*, *C. petitpierrae*⁶ et *C. mitis* est caractérisée par le développement de zones membraneuses claires qui isolent les sclérites vulvaires. De part et d'autre de ces derniers se trouvent deux taches sombres.

5. Figure reproduite par DESPAX [1951] et ILLIES [1955].

6. L'aspect des femelles âgées de *C. petricola* doit être assez voisin de celui de *C. petitpierrae*.

FIG. 40 à 51 : larves mâles au dernier stade de *Capnioneura*. — 40 : portion du troisième tergite abdominal de *C. brachyptera*, au voisinage de la ligne médiane (échelle A). — 41 : épiprocte de *C. brachyptera*, face dorsale (échelle B). — 42 : épiprocte et base du cerque gauche de *C. brachyptera*, vue latérale (B). — 43 : paraprocte gauche de *C. brachyptera* (échelle C). — 44 : portion du troisième tergite abdominal de *C. aptera*, au voisinage de la ligne médiane (A). — 45 : épiprocte de *C. aptera*, face dorsale (B). — 46 : épiprocte et base du cerque gauche de *C. aptera*, vue latérale (B). — 47 : paraprocte gauche de *C. aptera* (C). — 48 : portion du troisième tergite abdominal de *C. mitis*, au voisinage de la ligne médiane (A.). — 49 : épiprocte de *C. mitis*, face dorsale (B). — 50 : épiprocte et base du cerque gauche de *C. mitis*, vue latérale (B). — 51 : paraprocte gauche de *C. mitis* (C).

La présence de ces surfaces membraneuses donne un aspect particulier aux femelles contractées. Chez *C. mitis*, le bord postérieur de la bande sombre médiane vient recouvrir l'orifice vulvaire,

la zone membraneuse intermédiaire se repliant vers l'intérieur du corps. Toute la partie médiane des sternites 8 et 9 se déprime, le prolongement antérieur du sternite 9 s'avance et constitue la limite postérieure de l'orifice génital. Il est possible qu'il s'agisse d'une disposition prise lors de certaines phases de l'accouplement.

Sternite 9.

Le sternite 9 présente un prolongement médian chez toutes les *Capnionera*. Ce prolongement est court chez *C. brachyptera*, plus long chez *C. aptera* et surtout *C. nemuroides*. Chez cette dernière espèce, il est fortement bombé. Chez *C. petricola*, *C. petitpierrae* et *C. mitis*, il est pédonculé. En arrière du prolongement, le centre du sternite est très éclairci chez *C. mitis*, et plus faiblement chez *C. aptera*, *C. petricola*, *C. petitpierrae* et *C. nemuroides*.

3.3. — Relations cladistiques.

Trois espèces de *Capnionera* coexistent dans la région pyrénéenne : deux endémiques, *C. brachyptera* et *C. aptera*, et une espèce à plus large répartition, *C. mitis*. *C. mitis* est connue depuis la Bretagne [MOULINS 1965] et l'Eifel [MÜLLER-LIEBENAU 1963], au nord, jusqu'à la Sierra Nevada [AUBERT 1963], au sud. Toutes les autres *Capnionera* sont allopatriques.

On pouvait se demander si les deux espèces endémiques s'étaient récemment différenciées de *C. mitis*, ou si elles provenaient d'espèces ayant atteint les Pyrénées à une époque antérieure. L'étude des relations cladistiques (= généalogiques) des *Capnionera*, nécessaire pour la résolution de cette question, s'est révélée assez délicate par suite de l'isolement de ce genre dans la nature actuelle. Ces relations sont schématisées sur la figure 52. La longueur de chaque segment est proportionnelle au nombre des caractères qui ont évolué dans la lignée correspondante.

Les arguments sur lesquels furent établis les relations cladistiques proposées sont les suivants.

1° *C. nemuroides* est l'espèce la plus isolée au point de vue morphologique. Ce fait est en faveur d'une séparation plus précoce de la souche de cette espèce mais pourrait également résulter d'une évolution plus rapide. Aucun des caractères de *C. nemuroides* n'est nettement plésiomorphe (= primitif), mais il paraît peu probable que la structure de ses cerques et de son spécillum dérive de celle que l'on observe chez toutes les autres *Capnionera* actuelles. La réduction de la sclérification du tergite 10 du mâle, d'autre part, s'est effectuée suivant un mode différent. Aussi admettrons-nous un isolement de la souche de *C. nemuroides* antérieur à la divergence des autres lignées.

2° Caractères synapomorphes (= caractères dérivés communs) de la lignée A : amincissement du prolongement postérieur interne des cerques et réduction de la sclérification du tergite 10, chez le mâle, et différenciation des sclérites vulvaires, chez la femelle. Le rétrécissement plus brusque de l'épiprocte du mâle, vu de l'arrière, est un caractère synapomorphe probable. Une meilleure connaissance des relations cladistiques des *Capnionaura*, des autres Capniidae et des Leuctridae primitifs devrait permettre de préciser ce point. C'est l'épiprocte des *Tyrrhenoleuctra* qui diffère sans doute le moins du type originel.

3° Caractères synapomorphes de la lignée B : sternites abdominaux 6, 7 et 8 du mâle munis d'une plage triangulaire de poils bien délimitée, réduction de la sclérification du sternite 8 de la femelle isolant les sclérites vulvaires, prolongement antérieur du sternite 9 de la femelle pédonculé.

4° Caractère synapomorphe de la lignée C : amincissement de la partie distale du spécillum.

C. caucasica semble se rattacher à cette lignée par l'aspect des sternites 7 et 8 de la femelle (tracé en tirets, sur la figure 52). Toutefois, si cette espèce est dépourvue de plages de poils bien délimitées sur les sternites 6, 7 et 8 du mâle et d'un prolongement pédonculé à la partie antérieure du sternite 9 de la femelle, elle s'est isolée de la lignée B avant *C. mitis* (tracé en pointillé, sur la figure 52).

FIG. 52 : relations cladistiques probables des espèces de *Capnionaura*.

Les relations cladistiques des *Capnionaura* montrent les deux faits suivants :

a) la série *C. mitis* (ou *C. nemuroides*, ou *C. petitpierrae*) — *C. caucasica* — *C. petricola* — *C. brachyptera* — *C. aptera*, qui correspond à la réduction des ailes, n'est pas en corrélation avec le schéma établi grâce aux autres caractères. Les « caractères négatifs »

tifs », qui correspondent à la régression de différents organes, apparaissent souvent indépendamment dans plusieurs lignées et sont impropres à la recherche des relations cladistiques. Un cas analogue a été étudié par ILLIES [1963 b]. Tout au plus peut-on parler de parallélisme, au sens de SIMPSON [1961]. La constitution génétique des *Capnioneura* et, d'ailleurs, plus généralement des Capniidae, est telle que les gènes qui conditionnent le développement des ailes peuvent muter sans entraîner une infériorité générale des mutants.

b) Quelles que soient les incertitudes de notre schéma cladistique, il paraît exclu que *C. brachyptera* et *C. aptera* se soient récemment différenciées à partir de *C. mitis*. Ce sont au contraire des lignées qui ont survécu dans une aire restreinte. Elles ont perdu la faculté de voler et conservé des caractères sexuels plus primitifs, tandis que la souche commune aux autres espèces continuait à se transformer.

RÉSUMÉ

1. — Une espèce nouvelle de *Capnioneura*, complètement dépourvue d'ailes et à ocelles réduits, a été récoltée dans les Pyrénées centrales.

2. — Les larves âgées des trois espèces pyrénéennes de *Capnioneura*, *C. brachyptera*, *C. aptera* n. sp. et *C. mitis*, peuvent être distinguées par la longueur des fourreaux alaires, l'ornementation du tégument et, chez les mâles, la forme de l'épiprocte et des paraproctes.

3.1. — Quatre des caractères génériques indiqués par HANSON [1946] ne sont pas présents chez toutes les espèces et quelques nouveaux caractères sont proposés.

3.2. — Les caractères suivants présentent des variations interspécifiques :

chez les deux sexes, la coloration, le développement des ailes et des sclérites thoraciques;

chez les mâles, la forme des fémurs postérieurs, la pilosité des sternites 6, 7 et 8, la sclérification du tergite 10, la forme des cerques, de l'épiprocte, du spécillum et des paraproctes;

chez les femelles, la sclérification des sternites prégénitaux, la coloration des sternites 7 et 8, la présence ou l'absence de sclérites vulvaires et la forme du bord antérieur du sternite 9.

3.3. — Une étude des relations cladistiques des *Capnioneura* montre que les deux espèces endémiques des Pyrénées, *C. brachyptera* et *C. aptera* n. sp., ne se sont pas récemment différenciées à partir de *C. mitis*, espèce à plus large répartition qui coexiste avec les deux espèces endémiques dans la région pyrénéenne.

THE CAPNIONEURA OF THE PYRENEES

[Plecoptera]

1. — A new species of *Capnioneura*, completely wingless and with reduced ocelli, was collected in the central Pyrenees.

2. — Well grown nymphs of the three Pyrenean species of *Capnioneura*, *C. brachyptera*, *C. aptera* n. sp. and *C. mitis*, may be distinguished

by the length of their wingpads, by the ornamentation of the integument, and, in the male, by the shape of the epiproct and the paraprocts.

3.1. — Four of the generic characters proposed by HANSON [1946] are not present in all species and some new generic characters are given.

3.2. — The following features are proposed as specific characters :

in both sexes, coloration, development of the wings and the thoracic sclerites;

in males, shape of the hind femurs, pilosity of the 6th, 7th and 8th sternites, sclerotization of the 10th tergite, shape of the cerci, the epiproct, the specillum and the paraprocts;

in females, sclerotization of the pregenital sternites, coloration of the 7th and 8th sternites, presence or absence of vulvar sclerites, shape of the anterior margin of the 9th sternite.

3.3. — A study of the cladistic relationships shows that the two endemic Pyrenean species, *C. brachyptera* and *C. aptera* n. sp., have not recently evolved from *C. mitis*, a species with wider repartition and which coexists with the endemic species in the Pyrenean region.

DIE PYRENÄISCHEN ARTEN DER PLECOPTEREN-GATTUNG

CAPNIONEURA

1. — Eine neue Art von *Capnionaura* wurde in den Zentral-Pyrenäen gesammelt. Sie ist vollständig flügellos und ihre Ocellen sind reduziert.

2. — Die älteren Larven der drei Pyrenäen-Arten *C. brachyptera*, *C. aptera* n. sp. und *C. mitis*, unterscheiden sich durch die Länge der Flügelscheiden, durch die Beschaffenheit des Tegument und, im männlichen Geschlecht, durch die Form des Epiproct und der Paraprocten.

3.1. — Vier der gattungsspezifischen Merkmale angewendet durch HANSON [1946] sind nicht bei allen Arten vorhanden und einige neue gattungsspezifische Merkmale sind vorgeschlagen.

3.2. — Die folgenden Merkmale sind artspezifisch :

bei beiden Geschlechtern : die Färbung, die Grösse der Flügel und der thorakal Skleriten;

bei den Männchen : die Form der Hinterschenkel, die Behaarung der 6., 7. und 8. Sterniten, die Form der Skleriten des 10. Tergit, der Cerci, des Epiproct, des Specillum und der Paraprocten;

bei den Weibchen : die Form der vorderen Sterniten, die Färbung der 7. und 8. Sterniten, das Vorhandensein oder Fehlen von vulvaren Skleriten und die Form des Vorderrandes des 9. Sternit.

3.3. — Eine Untersuchung der kladistischen Beziehungen der *Capnionaura*-Arten zeigt, dass die zwei endemischen Arten der Pyrenäen, *C. brachyptera* und *C. aptera* n. sp., sich nicht in letzter Zeit von *C. mitis* abgespalten haben, eine weiter verbreitete Art, die mit den zwei endemischen Arten in den Pyrenäen zusammenlebt.

TRAVAUX CITÉS

AUBERT (J.). 1946. — Les Plécoptères de la Suisse romande. *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **20** : 7-128 + une carte.

AUBERT (J.). 1956 a. — *Andiperla willinki* n. sp., Plécoptère nouveau des Andes de Patagonie. *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **29** : 229-232.

AUBERT (J.). 1956 b. — Contribution à l'étude des Plécoptères d'Afrique du Nord. *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **29** : 419-436.

- AUBERT (J.). 1959. — Plecoptera. *Insecta Helvetica, Fauna*, 1 : 140 p. Lausanne.
- AUBERT (J.). 1961. — Contribution à l'étude des Plécoptères du Maroc. *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, 33 (1960) : 213-222.
- AUBERT (J.). 1962. — Quelques *Leuctra* nouvelles pour l'Europe (Plécoptères Leuctridae). *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, 35 : 155-169.
- AUBERT (J.). 1963. — Les Plécoptères de la Péninsule Ibérique. *Eos, Madrid*, 39 : 23-107.
- BERTHÉLEMY (C.). 1965. — Note faunistique sur les Plécoptères du Massif central. *Annls Limnol.*, 1 : 221-237.
- BERTHÉLEMY (C.). 1966. — Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et Coléoptères d'eau courante (*Hydraena* et *Elminthidae*) des Pyrénées. *Annls Limnol.*, 2 : 227-458.
- BERTRAND (H.). 1954. — Les Insectes aquatiques d'Europe (Genres : Larves, Nymphes, Imagos). Vol. I. *Encycl. ent. sér. A*, 30 : 556 p. Paris.
- BOCQUET (C.). 1944. — Liste des Plécoptères de la région de Valence (Drôme) et description de trois nymphes nouvelles. *Trav. Lab. Hydrob. Piscic. Univ. Grenoble*, 1942-1944 : 1-14.
- BULLOCK (TH. H.) et HORRIDGE (G. A.). 1965. — Structure and function in the nervous systems of Invertebrates. 2 vol. xx + 1719 p. San Francisco, London.
- DESPAX (R.). 1932 a. — Plécoptères pyrénéens. 5. — *Capnionera mitis* nov. sp. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 64 : 185-192.
- DESPAX (R.). 1932 b. — Plécoptères pyrénéens. 6. — *Capnionera brachyptera* nov. sp. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 64 : 559-566.
- DESPAX (R.). 1951. — Plécoptères. *Faune de France*, 55 : 280 p. Paris.
- GIUDICELLI (J.). 1967. — *Capnionera petricola* n. sp., Plécoptère nouveau de Corse. *Annls Limnol.*, 3 : 249-251.
- GOLDSMITH (T. H.). 1964. — The visual system of Insects, in « The physiology of Insecta », M. Rockstein édit., 1 (chap. 10) : 397-462. New York, London.
- HANSON (J. F.). 1946. — Comparative morphology and taxonomy of the Capniidae (Plecoptera). *Amer. Midl. Natural.*, 35 : 193-249.
- HOFFMANN (J.). 1960. — Faune des Plécoptères du Grand-Duché de Luxembourg. *Archs Inst. gr. duc. Luxemb.*, 27 : 121-208.
- ILLIES (J.). 1955. — Steinfliegen oder Plecoptera. *Die Tierwelt Deutschlands*, 43 : 150 p. Iena.
- ILLIES (J.). 1960. — Die erste auch im Larvenstadium terrestrische Plecoptere (Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Unterfamilie Andiperlinae). *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, 33 : 161-168.
- ILLIES (J.). 1963 a. — Neubearbeitung. Plecoptera (Steinfliegen-Uferfliegen). *Die Tierwelt Mitteleuropas*, 4, 2 (5) : 19 p. + xv pl.
- ILLIES (J.). 1963 b. — Revision der südamerikanischen Gripopterygidae (Plecoptera). *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, 36 : 145-248.
- ILLIES (J.). 1964. — Die Plecopteren-Unterfamilie Andiperlinae (Auflösung einer unnatürlichen Negativgruppe nach REMANE). *Zool. Anz.*, 172 : 37-48.
- ILLIES (J.). 1966. — Katalog der rezenten Plecoptera. *Das Tierreich*, 82 : xxx + 632 p. Berlin.
- KALMUS (H.). 1945. — Correlations between flight and vision, and particularly between wings and ocelli, in Insects. *Proc. R. entom. Soc. London, Ser. A*, 20 : 84-96.
- KAWAI (T.). 1967. — Fauna Japonica. Plecoptera (Insecta). 211 p. Tokyo.

- KLAPALEK (F.). 1913. — *Capnionura nemuroides* Ris (Perl.). *Ent. Mitt.*, **2** : 79-81.
- MOULINS (M.). 1965. — Contribution à l'étude des Plécoptères de Bourgogne. *Trav. Lab. Zool. Stn aquic. Grimaldi, Dijon*, **67** : 32 p.
- MOULINS (M.). 1968. — Contribution à la connaissance anatomique des Plécoptères : la région céphalique de la larve de *Nemoura cinerea* (Nemouridae). *Ann. Soc. ent. Fr. (N. S.)*, **4** : 91-143 .
- MÜLLER-LIEBENAU (I.). 1963. — *Capnionura* Ris, 1905, eine für die deutsche Fauna neue Plecopteren-Gattung (Insecta, Plecoptera). *Arch. Hydrobiol.*, **59** : 253-256.
- RIS (F.). 1905. — Zwei Notizen über schweizerische Perliden. *Mitt. schweiz. ent. Ges.*, **11** (1903-1909) : 93-97.
- RIS (F.). 1913. — Nochmals die Perlide *Capnionura nemuroides* Ris und einige Bemerkungen zur Morphologie der Perliden. *Ent. Mitt.*, **2** : 178-185.
- SIMPSON (G. G.). 1961. — Principles of animal taxonomy. xiv + 247 p. New York, London.
- ZHILTZOVA (L. A.). 1964. — On the knowledge of Plecoptera from the Caucasus. 6. New species of Taeniopterygidae, Nemouridae and Capniidae. *Ent. Obozr.*, **43** : 347-362.

(Laboratoire de Zoologie — Biologie Animale,
Faculté des Sciences, 8, rue de Rome, Tunis)