SMITHSONIAN
LIBRARY

169
22.

LES VENINS DE BATRACIENS

ET LES

BATRACIENS VENIMEUX

NOTICE

AFTER CAREFUL EXAMINATION OF THE
INNER MARGIN AND TYPE OF MATERIAL
WE HAVE SEWN THIS VOLUME BY HAND
SO IT CAN BE MORE EASILY OPENED
AND READ.

HERTZBERG-NEW METHOD, INC.

NOTICE

AFTER CAREFUL EXAMINATION OF THE
INNER MARGIN AND YET - BE MATERIAL
WE HAVE SEWN THIS VOLUME BY HAND
SO IT CAN BE MORE EASILY OPENED
AND READ

HERTZBERG-NEW METHOD, INC.

Q6
100
732
707

LES

VENINS DE BATRACIENS,

ET LES

BATRACIENS VENIMEUX

ÉTUDE DE ZOOLOGIE MÉDICALE

PAR

E.-G. DEHAUT

PARIS

G. STEINHEIL, ÉDITEUR

2, RUE CASIMIR-DELAVIGNE, 2

1910

80122G2801

AVANT-PROPOS

« J'ai cherché à rappeler combien l'étude de l'organisation des Grenouilles avait été utile, et pouvait l'être encore, aux diverses sciences d'observation : à l'Anatomie, à la Physique, à la Chimie, et surtout à la Physiologie. »

(CONSTANT DUMÉRIL.)

L'ouvrage que je sou mets aujourd'hui aux médecins et aux naturalistes a pour but l'exposé de l'état actuel de nos connaissances sur les venins des Batraciens et les glandes qui les élaborent.

Il existe chez les Batraciens deux sortes de venins, qui diffèrent profondément par leur propriétés physiologiques et chimiques, les venins granuleux et les venins muqueux et, tandis que chez certaines espèces les deux sortes de venins coexistent, chez d'autres espèces l'une ou l'autre seulement de ces sécrétions est assez abondante ou assez active pour jouer un rôle de défense efficace ou être décelée par nos moyens d'investigation physiologique. Telle est l'idée directrice qui a présidé à la rédaction des différents chapitres de cette Étude ; elle a été exposée pour la première fois par M. Phisalix à propos de la Salamandre terrestre et du Crapaud commun, et je n'ai eu qu'à l'étendre aux diverses espèces de Batraciens venimeux pour rendre moins obscure l'étude comparative de leurs venins.

C'est dans le laboratoire colonial du Muséum et sous la direction de Mme Phisalix, que j'ai commencé ce travail : je suis heureux de lui adresser ici mes remerciements les plus sincères.

Plusieurs observations que je rapporte au cours de cette Étude ont été faites au laboratoire de Parasitologie de la Faculté de médecine, où M. le Professeur Blanchard et M. Brumpt, Professeur agrégé, m'ont accueilli avec la plus grande bienveillance : c'est un devoir pour moi de les remercier aussi, ainsi que M. le Professeur Vaillant qui a été en Zoologie mon premier Maître. En me permettant d'étudier les magnifiques collections du laboratoire d'Herpétologie du Muséum, et de voir ainsi par moi-même les êtres dont j'avais à décrire la morphologie extérieure, M. Vaillant m'a rendu un très grand service, mais il a encore droit à ma reconnaissance à un autre titre, car c'est par lui que j'ai été initié à l'étude de l'Histoire naturelle des Vertébrés à sang froid : ses leçons m'ont appris à connaître non seulement les travaux récents, mais aussi l'œuvre fondamentale des créateurs de la Zoologie, de ceux que l'on appelle aujourd'hui souvent les vieux auteurs et que l'on n'étudie plus guère ; elles m'ont appris à admirer la lucidité des idées que professaient ces Maîtres et la simplicité des méthodes qu'ils suivaient dans leurs observations et leurs expériences.

Cagliari, juin 1910.

CHAPITRE PREMIER

DES GLANDES DE LA PEAU DES BATRACIENS ET PRINCIPALEMENT DE CELLES QUI SÉCRÈTENT DES VENINS

Considérations générales sur les glandes de la peau dans les trois classes des Hæmatocrya. — Tandis que la peau remarquablement sèche des Reptiles est entièrement dépourvue de formations glandulaires ou présente seulement des glandes localisées en certaines régions, par exemple à la face inférieure des cuisses chez les Lézards, la peau des Batraciens et celle des Poissons doivent leur viscosité aux sécrétions qu'élaborent d'innombrables glandes cutanées réparties sur toute la surface du corps.

Chez les Poissons, ce sont les glandes unicellulaires qui prédominent, sous la forme de *cellules muqueuses* atteignant chez certaines espèces des dimensions énormes. Les glandes pluricellulaires sont beaucoup plus rares chez ces animaux ; on en trouve cependant dans la peau des Myxines (1) et dans celle de la Synancée, et les glandes à venin de cette dernière espèce et d'un certain nombre d'autres Poissons sont aussi des glandes cutanées, modifiées dans un but défensif (2).

(1) Les glandes cutanées des Myxines sont disposées en série longitudinale de chaque côté du corps. Elles possèdent la faculté d'émettre au dehors de longs filaments très gluants qui présentent certaines ressemblances avec les nématocystes des Polypes. Johannes Müller en a donné la description. Voyez :

J. MÜLLER, *Vergleichende Anatomie der Myxinoïden, der Cyclostomen mit durchbohrten Gaumen*. Erster Theil. Berlin, 1834.

(2) Les glandes cutanées de la Synancée rappellent un peu les pustules dorsales

Dans la classe des Batraciens, les glandes unicellulaires sécrétrices de mucus n'existent à l'état permanent que chez les Urodèles Phanérobanches, mais on les observe aussi dans les autres groupes à l'état larvaire. En réalité, ce sont des glandes pluricellulaires qui donnent au tégument des Batraciens son aspect et sa structure histologique si caractéristiques.

Différentes formes de glandes cutanées, chez les Batraciens. — Ces glandes se présentent le plus souvent sous la forme d'outres globuleuses ou ovalaires pourvues d'un canal excréteur, disposition réalisée dans le cas des glandes muqueuses et des glandes granuleuses :

Figures théoriques de glandes cutanées.

1. Glande muqueuse. — 2. Glande de la brosse copulatrice d'un Anoure. — 3 et 4. Glandes à canaux excréteurs anastomosés, observées par M. Schuberg chez le *Rhacophorus leucomystax*.

mais quelquefois l'outre glandulaire est sensiblement allongée, et la glande prend alors un aspect qui rappelle celui des glandes en tube, disposition réalisée dans les glandes de la brosse copulatrice des Anoures. Enfin, tandis que dans l'immense majorité des cas les glandes débouchent isolément à la surface extérieure de la peau, on trouve aussi des glandes à canaux excréteurs anastomosés, mais celles-ci sont toujours étroitement localisées en certaines régions du corps et on n'en connaît que chez quelques

des Crapauds et des Salamandres terrestres, mais le liquide laiteux qui les remplit n'a pas de propriétés toxiques. Il ne faut donc pas les confondre avec les glandes à venin : celles-ci sont situées à la base des rayons épineux de la nageoire dorsale. Pour l'étude de ces glandes voyez :

BOTTARD, *les Poissons venimeux, contribution à l'hygiène navale*. Thèse de médecine, Paris, 1889.

espèces. M. Schuberg (1) en a observé à la face plantaire des orteils chez un Ranidé de Java, le *Rhacophorus leucomystax*; et, d'autre part, M. Wiedersheim (2) a décrit et figuré chez des Urodèles appartenant aux genres *Spelerpes*, *Plethodon*, *Chioglossa*, *Batrachoseps*, de volumineux amas de glandes céphaliques à canaux anastomosés, mais ces formations, qui semblent être logées dans un espace lymphatique, ne sont peut-être pas de véritables glandes cutanées.

Glandes muqueuses et glandes granuleuses. — La plupart des Batraciens possèdent à la fois des glandes granuleuses et des glandes muqueuses. Seul parmi les espèces qui ont été étudiées au point de vue de l'histologie de leur tégument, le *Proteus anguinus* n'a que des glandes muqueuses (3).

Les glandes granuleuses sont beaucoup plus volumineuses que les glandes muqueuses, il n'est donc pas surprenant qu'elles aient attiré les premières l'attention des anatomistes : en 1830, elles ont été décrites et figurées par Johannes Müller (4).

En 1856, Hensche (5) décrivait chez la *Rana temporaria* les deux sortes de glandes : en raison de leurs dimensions, il les désignait sous les noms de *grosses* et de *petites glandes*. C'est en 1872 que M. Engelmann (6) a donné à ces organes sécrétoires les noms sous lesquels on les désigne le plus souvent aujourd'hui.

Plusieurs histologistes n'ont pas encore adopté ces dénominations : ils opposent aux *glandes à mucus*, sous le nom de *glandes à venin*, les glandes granuleuses. Cela résulte d'une erreur introduite dans la science il y a vingt-sept ans, et dont l'origine est facile à comprendre.

(1) SCHUBERG, Beiträge zur Kenntniss der Amphibienhaut. *Zool. Jahrb., Abth. f. Anat. u. Ontog. d. Thiere*, Bd. VI, 1893.

(2) WIEDERSHEIM, Die Kopfdrüsen der geschwänzten Amphibien und die glandula intermaxillaris der Anuren. Leipzig, 1876.

(3) BUGNION, Recherches sur les organes sensitifs qui se trouvent dans l'épiderme du Protée et de l'Axolotl. *Bull. de la soc. vaudoise des sc. natur.*, t. XII, 1873.

(4) J. MÜLLER, De glandularum secernentium structura penitiori, p. 33; Pl. I, fig. 1. Lipsiae, 1830.

(5) HENSCHÉ, Ueber die Drüsen und glatten Muskeln in der äussern Haut von *Rana temporaria*. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. VII, 1856.

(6) ENGELMANN, Die Hautdrüsen des Frosches. Eine physiolog. Studie. *Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol.*, Bd. V, 1872.

En 1883, M. Calmels (1) publiait une série de recherches sur les glandes cutanées des Crapauds ; or nous verrons, dans le troisième chapitre de cette Étude, que chez ces Batraciens les propriétés toxiques du mucus sont peu accusées et que l'on peut, jusqu'à un certain point, considérer le venin granuleux comme étant pratiquement le seul véritable venin des Crapauds : ceci est précisément l'opinion de M. Calmels et, en généralisant plus que de droit les résultats qu'il avait obtenus, on en est arrivé à cette conclusion que chez les Batraciens les glandes granuleuses seules sécrètent le venin, et que la substance élaborée par les glandes muqueuses est dépourvue de toxicité. Il est cependant prouvé que chez la *Rana temporaria* la sécrétion des glandes granuleuses, comme celle des glandes muqueuses, ne présente pas de propriétés toxiques et que par suite le nom de *glandes à venin* ne convient pas toujours aux glandes granuleuses ; il est prouvé aussi que chez un grand nombre d'espèces venimeuses le venin n'est pas élaboré seulement par les glandes granuleuses, mais l'est surtout par les glandes muqueuses et que par suite le nom de *glandes à venin* peut servir à désigner aussi, dans bien des cas, les glandes muqueuses.

Un grand nombre d'histologistes ont étudié la structure des glandes muqueuses et des glandes granuleuses. Plusieurs d'entre eux, se basant sur des détails de structure presque insaisissables, ont multiplié les catégories et les dénominations de ces glandes dont l'étude est ainsi devenue singulièrement compliquée. Parmi les meilleurs travaux qui ont été publiés sur ce sujet je citerai, outre ceux que j'ai déjà rappelés, ceux de Ascherson (2), Rainey (3), MM. Leydig (4),

(1) CALMELS, Étude histologique des glandes à venin du Crapaud et recherches sur les modifications apportées dans leur évolution normale par l'excitation électrique de l'animal. *Arch. de Physiol.* 3^e sér. t. I, 1883.

(2) ASCHERSON, Ueber die Hautdrüsen der Frösche. *Arch. f. An., Phys. u. wiss. Med. Jahrb.* 1840.

(3) RAINY, On the structure of the cutaneous follicles of the Toad, with some experiments and observations upon the nature and alleged venous properties of their secretion. *Quarterl. Journ. of microsc. sc.* Vol. III, 1855.

(4) LEYDIG, Die Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen. *Morphol. Jahrb.* B I. II, 1876.

Ciaccio (1), Ranvier (2) Paul et Fritz Sarasin (3), Schultz (4), Seek (5), Heidenhain (6), Nicoglu (7), Drasch (8), Junius (9), Ficalbi (10), et Mme Phisalix (11). D'autres encore seront cités au cours de cette Étude. On trouve d'excellents résumés sur les glandes cutanées des Batraciens dans les ouvrages classiques de Richard Owen (12), Henri Milne Edwards (13), MM. Leydig (14), Ecker, Wiedersheim et Gaupp (15).

LEYDIG, Ueber die Molche (Salamandrina) der württembergische Fauna. *Arch. f. Naturgesch.*, Jahrb. XXXIII, 1867.

LEYDIG, Ueber die Giftdrüsen des Salamanders. *Verhandl. der anat. Gesellsch.*, 1892.

LEYDIG, Ueber die Schleichenlurche (Cœciliæ). Ein Beitrag zur anatomischer Kenntniss der Amphibien. *Zeitschr. f. wis. Zool.* Bd. XVIII, 1863.

LEYDIG, Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XII, 1876.

(1) CIACCIO, Intorno alla minuta fabrica della pelle della Rana temporaria. *Giorn. di Sc. nat. et econ. di Palermo.* Vol. II, Anno II, 1866.

(2) RANVIER, Leçons sur le mécanisme de la sécrétion. *Journ. de micrographie*, t. XI, 1887.

(3) P. und F. SARASIN, *Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Ceylonischen blindwühle Ichthyophis glutinosus*, pp. 83-94. Wiesbaden, 1887.

(4) SCHULTZ, Ueber die Giftdrüsen der Kröten und Salamander. Eine histolog. Studie. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XXXIV, 1889.

(5) SEEK, *Ueber die Hautdrüsen einiger Amphibien.* Dorpat, 1891.

(6) HEIDENHAIN, Die Hautdrüsen der Amphibien. *Sitzungsb. d. Würzb. phys. med. Ges.* 1893.

(7) NICOGLU, Ueber die Hautdrüsen der Amphibien. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. LVI, 1893.

(8) DRASCH, Der Bau der Giftdrüsen der Gefleckten Salamanders. *Arch. f. An. u. phys. An.* 1894.

(9) JUNIUS, Ueber die Hautdrüsen des Frosches. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XLVII, 1896.

(10) FICALBI, Ricerche sulla struttura minuta della pelle degli Anfibi: pelle degli Anuri della famiglia delle Hylidæ. *Alli della R. Accad. Peloritana.* Anno XI, 1896.

(11) M^{me} PHISALIX, *Recherches embryologiques, histologiques et physiologiques sur les glandes à venin de la Salamandre terrestre.* Thèse de médecine. Paris, 1900.

(12) OWEN, *On the Anatomy of Vertebrates.* Vol. I, pp. 532-553. London, 1866.

(13) MILNE EDWARDS, *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'Homme et des Animaux.* T. X, pp. 67 et 68. Paris, 1872.

(14) LEYDIG, *Traité d'Histologie de l'Homme et des Animaux.* Pages 89-91. Paris, 1866.

(15) ECKER, WIEDERSHEIM, GAUPP, *Anatomie des Frosches.* Bd. III, pp. 546-553. Braunschweig, 1904.

Les glandes se composent :

1° D'une outre sécrétoire ou *acinus*, sensiblement sphérique pour les glandes muqueuses et de forme ovale pour les glandes granuleuses ;

2° D'un *canal excréteur* qui fait communiquer la cavité glandulaire avec le milieu extérieur, et vient s'ouvrir à la surface de l'épiderme par un orifice très étroit.

Pore glandulaire. — Cet orifice affecte l'aspect caractéristique d'une piqure de Sangsue, autrement dit se présente sous la forme d'une étoile à trois branches. Il est percé dans une cellule épidermique spécialisée, plus petite que les cellules voisines, et dont la forme est sensiblement arrondie tandis qu'elle est polyédrique pour les autres éléments de la couche superficielle de l'épiderme. Ses lèvres, exactement appliquées l'une contre l'autre, permettent facilement l'issue vers le dehors des matériaux élaborés à l'intérieur de l'acinus, mais s'opposent au passage dans la cavité glandulaire des substances qui pourraient venir du monde extérieur.

M. Engelmann (1) a fait à ce sujet une expérience très élégante. Il répand du vermillon finement pulvérisé sur la membrane interdigitale d'une Grenouille, et grâce aux mouvements alternatifs de contraction et de dilatation des glandes de cette région (mouvements sur lesquels j'aurai bientôt l'occasion de revenir), il observe les phénomènes suivants : les fins granules de vermillon se déplacent dans l'eau qui baigne la membrane interdigitale toutes les fois que, sous l'influence de la contraction des glandes, un courant de liquide sort par les pores de ces glandes ; mais alors que celles-ci, revenant à l'état de repos se dilatent, le phénomène inverse ne se produit pas, le liquide coloré ne pénétrant jamais à leur intérieur.

Canal excréteur. — Le canal excréteur est un canalicule intraépidermique qui met la cavité de l'acinus en relation avec le milieu extérieur. Il est limité intérieurement par une cuticule que plusieurs

(1) IN RANVIER, Leçons sur le mécanisme de la sécrétion (*loc. cit.*), p. 263.

histologistes considèrent comme une cuticule véritable, d'autres comme une couche très mince de cellules kératinisées.

Acinus. — L'acinus est situé dans l'épaisseur du derme; son pôle supérieur est en contact avec les éléments de la couche profonde de l'épiderme dont il dérive.

Il se présente sous la forme d'une outre garnie intérieurement de cellules sécrétrices, et dont la couche externe de la paroi serait formée de fibres musculaires lisses, fusiformes, disposées côte à côte suivant les méridiens du solide ovalaire ou sphéroïdal que leur réunion constitue. Il est à noter qu'au pôle supérieur de l'acinus existent d'autres fibres lisses disposées en anneau, c'est-à-dire formant un sphincter.

Il existe de grandes différences entre l'épithélium sécrétoire des glandes muqueuses et celui des glandes granuleuses. Les glandes muqueuses ont un épithélium cylindrique continu et d'aspect régulier; l'épithélium des glandes granuleuses est formé de *cellules géantes* irrégulièrement disposées et incluses dans une masse protoplasmique continue ou *syncytium*.

Les cellules géantes sont des sortes de sacs bourrés de granulations caractéristiques, les *grains de venin*. Ceux-ci existent aussi dans le syncytium; mais dans le syncytium ils possèdent une propriété optique, la biréfringence, qu'ils n'ont pas encore lorsqu'ils sont inclus dans les cellules géantes. Mme Phisalix (1) a observé que les propriétés toxiques caractéristiques du venin granuleux n'apparaissent que lorsque les granulations qui le constituent ont acquis la biréfringence. En effet, chez les larves de Salamandre terrestre, et même chez les Salamandres nouvellement transformées, les granulations sécrétées par les glandes granuleuses ne sont pas encore pourvues de cette propriété physique et la toxicité du venin granuleux ne peut être décelée à ces premiers stades; dans la suite de son développement la jeune Salamandre acquiert la faculté de sécréter des granulations biréfringentes et toxiques.

(1) M^{me} PHISALIX, *Recherches embryologiques*, etc. (*loc. cit.*), p. 84.

M. Drasch (1) pense que les granulations biréfringentes sont une production exclusive du syncytium, et que les cellules géantes fournissent seulement les granulations inactives de la sécrétion ; mais on admet généralement que les deux sortes de granulations représentent seulement deux stades du développement des mêmes éléments, les granulations inactives des cellules géantes étant de jeunes grains de venin qui n'ont pas encore acquis leurs propriétés définitives.

On a beaucoup étudié, dans ces dernières années, le rôle dévolu au noyau dans la sécrétion des venins, des ferments : c'est au médecin anglais George Rainey (2) que revient l'honneur d'avoir attiré le premier, dès l'année 1855, l'attention des histologistes sur cette question. Dans chaque cellule géante, il existe un noyau qui a élaboré et émis progressivement autour de lui toutes les granulations : « Le noyau, dit Rainey, contient de petites granulations que l'on peut voir augmenter de taille et devenir plus distinctes au fur et à mesure que les cellules dégénèrent et fondent ; enfin, elles se transforment en ces petites granulations semblables à des gouttelettes de graisse dont la sécrétion glandulaire est surtout constituée. »

Mme Phisalix (3) a repris récemment l'étude des phénomènes cellulaires qui aboutissent à l'élaboration des granulations de venin. Elle s'est adressée aux glandes granuleuses de la Salamandre terrestre, et ses observations concordent remarquablement avec celles de Rainey.

On s'est aussi occupé du travail sécrétoire dans les glandes à mucus, mais sur ce point nos connaissances sont encore fort peu avancées. M. Biedermann (4) a observé dans les cellules sécrétrices des glandes muqueuses, chez les Grenouilles, des granulations qui sont bien différentes de celles des glandes granuleuses, car elles sont

(1) DRASCH, *Arch. f. Anat. u. phys. Anat. (loc. cit.)*, 1894.

(2) RAINEY, *Quarterl. Journ. of microsc. science (loc. cit.)*, 1855.

(3) M^{me} PHISALIX, *Recherches embryologiques, etc. (loc. cit.)*, pp. 36-51.

(4) BIEDERMANN, *Zur Histologie und Physiologie der Schleimsecretion. Sitzungsb. d. k. Ak. d. Wissensch. Mat. nat. Cl.*, XCIV, Abth. III, Jahrb. 1886.

destinées à se transformer en mucine : la mucine apparaît d'abord dans les cellules sous forme de gouttelettes qui, plus tard, se fusionnent les unes avec les autres, ou bien sont isolément excrétées dans la cavité glandulaire.

Développement. — En 1887, MM. Paul et Fritz Sarasin ont décrit et figuré, dans leur magnifique monographie de *l'Ichthyophis glusinosus* (1), les différents stades du développement des glandes cutanées de cet animal. Depuis la publication de cet ouvrage fondamental, M. Maurer (2), puis Mme Phisalix (3) ont étudié le développement des glandes de la peau chez divers Batraciens, Anoures et Urodèles.

De cet ensemble de recherches il résulte que les glandes cutanées des Batraciens se présentent d'abord sous la forme de bourgeons cellulaires pleins ; que, plus tard, une cavité glandulaire se forme et que ces organes sécrétoires sont alors des glandes closes qui bientôt, par suite de la formation d'un canal excréteur intra-épidermique, passent à l'état de glandes ouvertes déversant librement une partie de leur sécrétion dans le monde extérieur tandis qu'une autre partie passe, par le mécanisme de la sécrétion interne, dans le sang et la lymphe.

Irrigation sanguine et lymphatique. — Les investigations d'habiles anatomistes ont en effet démontré que ces glandes affectent d'étroites connexions avec l'appareil circulatoire.

Rainey (4) a montré que les grosses glandes de la peau des Crapauds sont pourvues de capillaires propres, absolument distincts du réseau capillaire de la surface de la peau. Plus récemment, M. Schultz (5) a montré qu'il en est de même pour les glandes

(1) P. und F. SARASIN, *Zur Entwicklungsgeschichte*, etc. (*loc. cit.*), pp. 90-94; pl. X, fig. 73-78.

(2) MAURER, *Die Epidermis und ihre Abkömmlinge*. Leipzig, 1895.

(3) M^{me} PHISALIX, *Recherches embryologiques*, etc. (*loc. cit.*), pp. 35-40 et 52-57.

(4) RAINEY, *Quart. journ. of microsc. sc.* (*loc. cit.*), 1855.

(5) SCHULZ, *Arch. f. mikr. Anat.* (*loc. cit.*), 1889.

granuleuses de la Salamandre terrestre, mais que les glandes muqueuses en sont dépourvues. Celles-ci sont seulement en rapport avec le réseau capillaire de la peau.

M. Ranvier (1) a observé que le réseau sanguin des grosses glandes est doublé d'un réseau lymphatique situé dans un plan plus profond, et dont les mailles reproduisent sensiblement les mêmes dispositions.

Innervation. — En 1840, Ascherson (2), examinant au microscope la membrane interdigitale d'une Grenouille vivante, voyait ses glandes présenter des contractions rythmiques suivies de dilatations : ces glandes apparaissant tantôt sous la forme de *glandes en bouchons* et étant alors contractées, tantôt sous la forme de *glandes annulaires*, c'est-à-dire étant dilatées.

Trente et un ans après la publication du mémoire d'Ascherson, M. Engelmann (3) a montré que ces mouvements alternatifs de contraction et de dilatation sont commandés par le système nerveux. En pratiquant la section du nerf sciatique ou la destruction de la moelle épinière, il provoquait le relâchement généralisé de toutes les glandes, mais celles-ci entraient en contraction lorsque l'expérimentateur excitait même avec un courant très faible le bout périphérique du nerf sciatique coupé. M. Engelmann dit que les nerfs glandulaires donnent naissance, par divisions répétées, à un tissu de fibrilles nerveuses qui entoure la tunique musculuse des glandes.

Un autre physiologiste allemand, Eckhard (4), a montré que l'excitation électrique des nerfs détermine, au bout de quelques secondes, l'excrétion du venin contenu dans les glandes qu'ils

(1) RANVIER, Morphologie du système lymphatique. De l'origine des lymphatiques dans la peau de la Grenouille. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXX, 1893.

(2) ASCHERSON, Ueber die Hautdrüsen der Frosche. *Arch. f. Anat., Physiol. u. wiss. Med.*, 1840.

(3) ENGELMANN, Ueber das Vorkommen und die Innervation von contractilen Drüsenzellen in der Froschhaut. *Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol.* Bd. IV. 1871.

(4) ECKHARD, Ueber den Bau der Hautdrüsen der Kröten und die Abhängigkeit der Entleerung ihres Secretes vom centralen Nervensystem. *Arch. f. Anat., Phys. u. wiss. Med.* 1849.

innervent. Les expériences d'Eckhard ont porté sur un volumineux amas de glandes granuleuses qui existe au membre postérieur du Crapaud calamite, et qui était signalé pour la première fois.

M. Otto Weiss (1) a observé que la section des nerfs glandulaires, chez des Crapauds, a pour résultat d'arrêter le travail sécrétoire (je veux dire la néoformation du venin) dont les glandes granuleuses de ces animaux sont normalement le siège.

M. Drasch (2) pense que les fibres sécrétoires sont distinctes des fibres qui déterminent la contraction des glandes. Il a étudié les glandes de la membrane nictitante des Grenouilles : tandis que la tunique musculuse de l'acinus est innervée par le trijumeau, les cellules sécrétrices, dit-il, le sont par le grand sympathique, et en effet l'excitation du grand sympathique provoque un agrandissement du volume de ces éléments et un accroissement de leur activité fonctionnelle, tout ceci s'arrêtant lorsque l'excitation prend fin.

Ayant excité les lobes optiques d'une Salamandre terrestre, MM. Phisalix et Contejean (3) ont vu toute la surface du corps de l'animal se couvrir de mucus tandis que des gouttelettes de venin granuleux étaient exsudées par les gros pores glandulaires des parotides, du dos et des flancs, mais rien de semblable ne se produisait lorsque l'excitation portait sur les hémisphères cérébraux : MM. Phisalix et Contejean en ont conclu que les centres excito-sécrétoires des glandes cutanées sont situés dans les lobes optiques.

D'autres centres excito-sécrétoires existent aussi dans la moelle épinière; ils ont été découverts par M. Kobert (4) au cours de ses recherches sur la sécrétion venimeuse des Crapauds.

Tandis que la sécrétion des glandes muqueuses peut être déter-

(1) WEISS, Ueber die Hautdrüsen von Bufo cinereus. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. LIII, 1899.

(2) DRASCH, Beobachtungen an leberden Drüsen mit und ohne Reizung der Nerven derselben. *Arch. f. Anat. u. Physiol.* (Physiolog. Abth.), 1889.

(3) PHISALIX et CONTEJEAN, Nouvelles recherches sur les glandes à venin de la Salamandre terrestre. *Soc. de Biol.* t. XLIII, 1891.

(4) KOBERT, Giftabsonderung der Krotten. *Sitzungsb. der Naturf.-Gesellsch. bei der Univ. Dorpat*, 1889.

minée par la volonté de l'animal, celle des glandes granuleuses est toujours réflexe (1).

L'injection de certaines substances peut aussi déterminer la sécrétion de ces glandes. Ainsi, M. Kobert (2) a montré que le chlorure de baryum injecté en quantité très faible sous la peau d'un Crapaud provoque, en l'espace de quelques minutes, une sécrétion de venin granuleux si abondante que l'animal semble être enduit d'une couche de mousse de savon. Par le même procédé on peut aussi obtenir une abondante sécrétion de mucus : le Discoglosse et les Grenouilles verte et rousse se prêtent admirablement à cette expérience.

MM. Phisalix et Contejean (3) ont observé que la pilocarpine détermine la sécrétion du mucus sans provoquer celle du venin granuleux. Il semble que ce fait soit dû seulement à l'inégale fluidité des deux venins.

On peut encore obtenir le venin muqueux en employant l'éther, le chloroforme ou l'ammoniac sous la forme de vapeurs irritantes qui déterminent une sécrétion réflexe.

Enfin, lorsque l'on manipule certaines espèces comme les Euproctes, les Sonneurs et les *Callula*, la faible chaleur de la main peut agir de la même façon.

(1) PHISALIX, Sur quelques points de la Physiologie des glandes cutanées de la Salamandre terrestre. *Soc. Biol.*, t. XLII, 1890.

(2) KOBERT, Giftabsonderung, etc. (*loc. cit.*).

(3) PHISALIX et CONTEJEAN, *Soc. Biol. (loc. cit.)*, 1891.

CHAPITRE II

LES URODÉES ET LEURS VENINS

Les Salamandres terrestres. — Les Urodèles du genre *Salamandra* étaient désignés par Georges Cuvier sous le nom commun de Salamandres terrestres, que l'on réserve généralement à l'une de leurs espèces, la Salamandre tachetée.

La *Salamandra maculosa*, Salamandre terrestre ou tachetée est très répandue en Europe. Son appareil glandulaire cutané est fort développé : outre d'innombrables petites glandes muqueuses dont les orifices criblent la surface entière de son tégument, on observe sur les parties supérieures et latérales de son corps de gros amas de glandes à venin granuleux. Les deux plus volumineux sont situés de chaque côté de la partie postérieure de la tête, ils sont réniformes et s'étendent de derrière l'orbite jusque sur les côtés du cou ; leur développement donne à la tête de la Salamandre une grande largeur et une physionomie très caractéristique : on les appelle *parotides*. En 1830, Johannes Müller a publié une figure représentant une coupe longitudinale de parotide de Salamandre terrestre, grossie deux fois (1), il n'a indiqué sur ce dessin que les grosses glandes à venin granuleux ; plus tard, M. Leydig (2) a fait observer qu'entre ces grosses glandes il existe, sur les parotides comme sur les autres parties de la surface du corps, de

(1) J. MÜLLER, *De glandularum secernentium structura penitiori*, pl. I, 4.

(2) LEYDIG, *Traité d'Histologie*, p. 90

très nombreuses petites glandes muqueuses. D'autres amas de glandes granuleuses constituent de chaque côté du tronc et de la queue deux séries longitudinales de pustules, l'une située dorsalement, près de la ligne médiane, l'autre latéralement.

La Salamandre terrestre est très vivement colorée, présentant de belles taches jaunes distribuées irrégulièrement sur un fond noir foncé. M. Gadow a écrit (1) : « C'est un fait significatif que beaucoup des Batraciens les plus venimeux, par exemple *Salamandra maculosa*, *Bombinator*, *Dendrobates*, montrent cette très visible combinaison de jaune ou d'orangé et d'un fond de couleur foncée, qui est un signe très répandu de venimosité. D'autres exemples de telles couleurs, servant de moyen de défense, sont les Guêpes et l'Héloderme, le seul Lézard venimeux. »

Dans certains groupes zoologiques, la notion d'espèce s'évanouit en quelque sorte et se confond insensiblement avec celle de race. Outre la *Salamandra maculosa*, les zoologistes ont distingué jusqu'à trois autres espèces dans le genre *Salamandra* ; mais, comme ces formes sont très voisines de la *S. maculosa* et que leur distribution géographique est beaucoup plus limitée que celle de cette espèce, on peut se demander si elles représentent réellement autant d'espèces distinctes ou seulement des races. Il ne me semble pas déraisonnable de supposer que la *S. corsica*, qui habite la Corse et peut-être aussi l'Algérie, soit une variété de la *S. maculosa* dont les dents palatines, au lieu de dessiner deux lignes arquées qui convergent l'une vers l'autre vers le bord antérieur de la bouche, forment deux séries parallèles ; que la *S. caucasica*, dont le nom fait connaître suffisamment la patrie, soit une variété de la *S. maculosa* dont les pustules des flancs, au lieu d'être distinctes, ne sont pas développées ; que la *S. atra*, des Alpes, soit une variété de la *S. maculosa* dont les taches jaunes sont devenues indistinctes et dont le développement s'achève complètement à l'intérieur de l'oviducte maternel, tandis que chez la *S. maculosa* typique les petits naissent lorsqu'ils ont encore leurs branchies.

(1) GADOW, *Amphibia and Reptiles*, p. 38, London, 1901.

Les Salamandres, si voisines par leurs caractères morphologiques, le sont également en ce qui concerne l'action de leur venin. La plupart des recherches ont été effectuées avec le venin de la Salamandre tachetée, mais les quelques expériences dont les venins de la Salamandre de Corse et de la Salamandre noire ont été l'objet montrent que leurs propriétés physiologiques sont très semblables. Le venin de la Salamandre du Caucase n'a pas encore été étudié.

Sous l'influence de certaines excitations suffisamment violentes (compression, morsures ou excitation électrique), les Salamandres peuvent projeter à plusieurs centimètres de distance des gouttelettes d'un beau blanc, à odeur musquée, pourvues de propriétés caustiques et toxiques très puissantes, qui sont le venin granuleux. La volonté n'entre pas en jeu dans ce phénomène, qui est purement réflexe (1). On ne connaît aucun autre exemple, chez les Batraciens, de moyen de défense aussi efficace contre les animaux carnassiers : ainsi, chez les Crapauds, le venin est seulement exsudé par les pores de la peau sans être projeté à distance.

Le venin granuleux tue rapidement un Chien lorsqu'il est projeté sur sa langue (2). Albini (3) fait observer que le poison est beaucoup plus actif lorsqu'il est introduit dans le bec des Oiseaux que lorsqu'il est inoculé. Suivant Richters (4), des petits Poissons d'eau douce sont morts parce qu'une Salamandre avait empoisonné l'eau de l'aquarium où on les conservait. M. Gadow (5) raconte avoir placé avec deux Grenouilles mugissantes de l'Amérique du Nord un certain nombre de Salamandres terrestres : le lendemain matin les énormes Grenouilles étaient mortes, chacune d'elles ayant avalé une Salamandre et été empoisonnée par sa proie. Dutartre (6) dit que le venin de Salamandre tue les Grillons et les Carabes, mais que les Mollusque Pulmonés résistent à son action.

(1) Voy. p. 12.

(2) PHISALIX, Nouvelles expériences sur le venin de la Salamandre terrestre. *C. R. Ac. Sc.*, t. CIX, 1889.

(3) In BREHM, *les Reptiles et les Batraciens*, pp. 631-632.

(4) RICHTERS, Giftigkeit des Feuersalamanders. *Zool. Garten*, 1883.

(5) GADOW, *Amphibia and Reptiles*, p. 116.

(6) DUTARTRE, Sur le venin de la Salamandre terrestre. *C. R. Ac. Sc.*, t. CX, 1890.

En 1727, Maupertuis (1) faisait avaler à un Coq d'Inde et à un Chien une Salamandre coupée en morceaux : le Chien et l'Oiseau n'ayant pas été incommodés par cette nourriture, Maupertuis en concluait à l'innocuité de la Salamandre, d'autant plus, ajoutait-il, que le liquide laiteux (c'est-à-dire le venin granuleux) de cet animal, introduit dans la cuisse et dans le paroi stomacale d'un Poulet, n'avait pas non plus produit d'accident. En réalité, l'interprétation des expériences de Maupertuis doit être bien différente : des recherches récentes ayant démontré que le venin introduit par la voie stomacale peut n'exercer aucune action toxique, les résultats négatifs des deux premières expériences sont ainsi clairement expliqués ; d'autre part, il est manifeste que la troisième a été effectuée avec du venin déjà coagulé à l'air, or le venin une fois coagulé ne se redissout plus dans le sérum sanguin, et par là même devient presque complètement inactif.

En 1768, Laurenti (2) démontrait que si l'on force un Lézard à mordre dans les grosses glandes dorsales d'une *Salamandra maculosa* ou d'une *S. atra*, ces Sauriens présentent des convulsions, de l'opisthotonos, puis sont atteints de paralysie et meurent. Si l'on fait mordre par des Lézards une *S. corsica*, on observe encore ces mêmes symptômes si bien décrits par Laurenti.

Gachet (3), reprenant en 1827 les expériences de son prédécesseur, obtenait les mêmes résultats. Il constatait de plus que le venin desséché depuis huit mois, humecté d'un peu d'eau, produit les mêmes effets que le venin frais lorsqu'on l'introduit dans la gueule d'un Lézard.

En 1851, Gratiolet et Cloez (4) signalaient l'action convulsivante

(1) MAUPERTUIS, Observations et expériences sur une des espèces de Salamandres. *Hist. de l'Acad. Roy. des Sc.* 1827.

(2) LAURENTIUS, *Specimen medicum, exhibens synopsis Reptilium emendatam cum experimentis circa venena et antidota Reptilium austriacorum*, pp. 149-151, 158 et 159. Viennæ, 1768.

(3) GACHET, Notice sur la Salamandre terrestre. *Soc. linn. Bordeaux*, t. II, p. 161, 1827.

(4) GRATIOLET et CLOEZ, Note sur les propriétés vénéneuses de l'humeur lactescente que sécrètent les pustules cutanées de la Salamandre terrestre et du Crapaud commun. *C. R. Ac. Sc.*, t. XXXIV, 1851.

du venin granuleux de Salamandre terrestre sur les Oiseaux et les Mammifères. Ils notaient très exactement la réaction acide de cette sécrétion.

Cinq ans plus tard, à la suite de ses belles recherches comparatives sur l'action des venins de Crapaud, de Triton et de Salamandre terrestre, Vulpian (1) définissait nettement les principaux caractères physiologiques du dernier de ces venins : c'est un poison convulsivant très énergique, qui exerce une action spéciale sur le système nerveux et n'agit pas sensiblement sur le cœur.

En 1866, M. Zalesky (2) a montré que le venin granuleux de la Salamandre terrestre doit ses propriétés à un alcaloïde qu'il a le premier préparé et auquel il a donné le nom de *samandarine*. Fait incompréhensible, cet auteur attribue au venin une réaction fortement alcaline. Depuis la publication du mémoire de M. Zalesky, M. Faust, M. Arnaud, M. et Mme Phisalix ont reconnu qu'il existe en réalité plusieurs alcaloïdes dans le venin de la Salamandre terrestre, mais que ces substances ne diffèrent entre elles que par quelques propriétés physiques et chimiques, leur action physiologique étant semblable (3).

Ces alcaloïdes existent, à l'état de combinaisons, dans les granulations du venin. Lorsqu'on traite le venin par l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique, on obtient des cristaux qui représentent les chlorhydrates ou les sulfates des alcaloïdes ; ces substances comme le venin lui-même, conservent leur toxicité entière lorsqu'on les a soumises à une ébullition prolongée. M. Faust a isolé deux alcaloïdes : à l'un d'eux (*salamandrine* ou *samandarine*), il attribue la formule $C^{26}H^{40}Az^2O$, à l'autre (*salamandridine* ou sa-

(1) VULPIAN, Étude physiologique des venins du Crapaud, du Triton et de la Salamandre terrestre. *Soc. Biol.*, t. VIII, 1856.

(2) ZALESKY, Ueber das Samandrin, das Gift der Salamandra maculata, *Med. chem. Untersch.*, 1866.

(3) FAUST, Beiträge zur Kenntniss der Samandarins. *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.* Bd. XLI, 1898.

FAUST, Ueber das Samandarin. *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, Bd. XLIII, 1899.

M^{me} PHISALIX, *Recherches embryol. etc. (loc. cit.)*, pp. 85-121.

mandaridine), la formule $C^{20}H^{31}AzO$. Il a montré que ces alcaloïdes sont des dérivés de la quinoléine, et appartiennent par suite à un groupe de corps que l'on avait regardé jusque-là comme absolument caractéristique du règne végétal.

MM. Phisalix et Langlois (1) ont étudié l'action du chlorhydrate de salamandrine sur les Mammifères. Ils ont montré que son action convulsivante, comparable à celle de la strychnine, peut être inhibée par le chloral; que le poison agit à la fois sur les hémisphères cérébraux, le bulbe et la moelle épinière : c'est à l'action cérébrale qu'il faut attribuer l'inquiétude et le curieux état hallucinatoire que l'on observe au début de l'envenimation, l'animal fuyant terrifié devant quelque ennemi imaginaire, ou cherchant à se défendre et à le blesser de ses dents. L'action sur le bulbe et la moelle se traduit par les convulsions, qui se manifestent d'abord à la face, puis atteignent la région du tronc. Le poison détermine une augmentation considérable de la pression sanguine, mais n'agit pas directement sur le cœur. La contraction des muscles respiratoires détermine l'arrêt de la respiration et la mort.

Je crois devoir encore insister sur ce fait que le venin granuleux de Salamandre terrestre n'exerce en général aucune action, ou n'exerce qu'une très faible action sur le cœur. Les expériences cardiographiques de Dutartre (2) sur le cœur des Grenouilles montrent seulement la faiblesse de plus en plus grande de la courbe cardiaque et l'apparition d'un plateau de repos entre la systole auriculaire et la systole ventriculaire. Au cours de ses recherches sur le venin de la Salamandre terrestre, Mme Phisalix a observé, à plusieurs reprises, l'arrêt du cœur en systole : le muscle cardiaque était alors tétanisé comme les muscles locomoteurs. Il semble que dans ces cas une plus grande susceptibilité individuelle (une idiosyncrasie) ait permis à l'action cardiaque très faible du venin de se manifester. Mme Phisalix a observé la tétanisation du cœur chez des

(1) PHISALIX et LANGLOIS, Action physiologique du venin de Salamandre terrestre, *C. R. Acad. Sc.*, t. CIX, 1889.

(2) DUTARTRE, Recherches sur l'action du venin de la Salamandre terrestre. *Salamandra maculosa* *C. R. Ac. Sc.* t. CVIII, 1889.

Vertébrés très variés : Oiseaux (1), Serpents (2) et Grenouilles (3).

A l'autopsie, on est surtout frappé par la veinosité très prononcée du sang (4). Dutartre (5) a observé que le venin de la Salamandre terrestre détruit les globules rouges et provoque la coagulation du sang à l'intérieur des vaisseaux : je n'ai pas retrouvé ces modifications du sang chez les animaux tués par le venin de la *S. corsica*. On observe parfois de la congestion viscérale, des taches hémorragiques dans l'épaisseur du diaphragme et du myocarde (6) : ces lésions ne sont pas comparables par leur intensité aux lésions analogues que produisent les venins des *Viperidae*.

Je rapporte maintenant quelques expériences qui ont été effectuées avec le venin granuleux de la *S. corsica*. Un Lapin reçoit dans la veine marginale de l'oreille le venin extrait par compression des deux parotides d'une Salamandre, dissous dans 1 centimètre cube d'eau distillée : il se produit une attaque tonico-clonique suivie de paralysie, et l'animal meurt cinq minutes après l'injection ; les pupilles n'ont présenté ni myosis, ni mydriase ; le cœur est resté excitable plusieurs minutes après la mort, puis il s'est arrêté en diastole. Chez un Cobaye qui avait été inoculé dans le tissu conjonctif sous-cutané, la mort est survenue plus tard, mais les symptômes d'envenimation ont été très semblables. Enfin, pour donner une idée de la très faible action cardiaque du venin, je dirai que chez un Lézard qui est mort une heure après avoir mordu dans la parotide d'une *S. corsica*, j'ai pu observer la persistance des battements cardiaques pendant plus de six heures ; le cœur s'est arrêté plus tard, dans un état de relâchement général.

A l'inverse du venin granuleux dont nous venons de terminer l'étude, le venin muqueux de Salamandre terrestre est un poison très

(1) M^{me} PHISALIX, *Recherches embryologiques*, etc. (*loc. cit.*), p. 116.

(2) M^{me} PHISALIX, Immunité naturelle des Vipères et des Couleuvres contre les venins des Batraciens, et en particulier contre la salamandrine. *Journ. de Physiol. et de Pathol. génér.*, septembre 1909.

(3) Expérience que M^{me} Phisalix a bien voulu faire devant moi, au laboratoire colonial du Muséum.

(4) ZALESKY, *Med. chem. Untersch.* (*loc. cit.*), 1866.

(5) DUTARTRE, *C. R. Ac. Sc.*, (*loc. cit.*) 1889 et 1890.

(6) PHISALIX et LANGLOIS, *C. R. Ac. Sc.* (*loc. cit.*), 1889.

peu actif, du moins pour les Mammifères de la taille du Lapin ou du Cobaye, car il tue les petits Vertébrés (Moineaux, Souris et Grenouilles) chez lesquels il provoque de la stupeur, de la paralysie, la cessation des mouvements de la respiration, et l'arrêt du cœur en diastole (1).

C'est en 1890 que M. Phisalix a démontré pour la première fois les propriétés toxiques du mucus cutané chez les Salamandres terrestres ; avant ses recherches on considérait le venin granuleux comme le seul venin de ces êtres. Il est facile de distinguer le venin muqueux, par sa réaction faiblement alcaline, du venin granuleux qui est acide. On peut le chauffer à l'ébullition sans lui faire perdre ses propriétés toxiques ; nous verrons bientôt que le venin muqueux de la Grande Salamandre du Japon est détruit dans ces conditions.

Les Tritons. — Les Tritons sont aussi appelés Salamandres aquatiques, mais ils ne méritent réellement ce nom qu'au moment des amours : le reste de l'année, ils sont essentiellement terrestres. Ces changements dans leurs habitudes s'accompagnent de différences souvent très marquées portant sur le système légumentaire : en livrée aquatique, ou livrée d'amour, ces animaux présentent un très remarquable dimorphisme entre les deux sexes, caractérisé par l'apparition de crêtes cutanées d'une extrême élégance chez les mâles et par la brillante coloration de ceux-ci (2) ; à cette époque, la queue des Tritons est comprimée en forme de rame verticale et constitue un organe parfaitement adapté aux besoins de la locomotion aquatique. En livrée de terre, ou livrée ordinaire, les Tritons sont absolument métamorphosés : les deux sexes sont devenus presque semblables, et leur queue est beaucoup moins élevée, presque cylindrique.

En livrée de terre, la peau des Tritons n'est pas mouillée par l'eau et, lorsqu'un de ces animaux vient à tomber dans ce milieu li-

(1) PHISALIX, Sur quelques points de la Physiologie des glandes cutanées de la Salamandre terrestre, *Soc. Biol.*, t. XLII, p. 225, 1890.

M^{me} PHISALIX, *Recherches embryologiques*, etc. (*loc. cit.*), pp. 66-70.

(2) Chez une espèce, le *Triton palmatus*, le mâle en livrée d'amour a les pattes de derrière largement palmées et l'extrémité distale de sa queue prolongée en un filament sensoriel très caractéristique.

guide, il surnage à la surface au milieu d'un ménisque concave que l'air atmosphérique forme entre son corps et l'eau. Au moment des amours, la peau des Tritons est mouillée très facilement par l'eau, et les mœurs de ces êtres sont entièrement aquatiques. M. Vaillant (1) a montré, par l'examen de coupes microscopiques, que la peau des Tritons en livrée de terre apparaît comme doublée d'une couche de grosses glandes à contenu granuleux serrées les unes contre les autres, tandis qu'à l'époque des amours ces glandes, sans avoir complètement disparu, sont d'un volume beaucoup moindre et n'existent que de loin en loin: aussi M. Vaillant pense-t-il que la sécrétion de ces glandes, en modifiant la perméabilité du tégument à l'eau, joue probablement un grand rôle dans les changements qu'on observe, suivant les saisons, dans la biologie des Tritons.

Il existe de nombreuses espèces de Tritons dans la Région paléarctique et l'Amérique du Nord. Les *Triton alpestris*, *palmatus*, *punctatus* ont la peau lisse; chez le *T. cristatus* et le *T. marmoratus* la peau est parsemée de pustules visibles à l'œil nu. Le *T. Boscai* du N.-O. de la Péninsule ibérique présente des parotides distinctes, mais le plus grand nombre des espèces en sont dépourvues; toutefois, M. Leydig (2) a fait observer que leurs glandes cutanées sont toujours particulièrement développées à la région parotidienne. J'ajouterai encore d'après M. Leydig (3) que le Triton alpestre et le Triton ponctué, dont la peau est ordinairement lisse, présentent quelquefois, lorsqu'ils sont en livrée de terre, un aspect rugueux tout à fait caractéristique dû à la présence de très nombreuses aspérités unicellulaires de la surface de l'épiderme (*bosses pyramidales*). Les Euproctes présentent aussi des rugosités très semblables mais qui, au lieu d'être unicellulaires, sont formées par tout un massif de cellules (4).

(1) VAILLANT, Observations sur les changements qu'on observe dans la structure histologique des téguments suivant les saisons chez les *Molge vulgaris* et *palmata*. *C. R. Soc. Philom. Paris*, 1890.

(2) LEYDIG, Die Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, p. 300. *Morphol.-Jahrb.*, bd. II, 1876.

(3) LEYDIG, *loc. cit.*, p. 298 et 299; pl. XX, fig. 14 et 15.

(4) Voy. plus loin, pp. 25 et 26.

La sécrétion cutanée des Tritons est caustique, sternutatoire, et d'une saveur âcre et piquante (1). Ces propriétés en font un moyen de défense très efficace contre les Mammifères carnassiers : Miss Ormerod (2) raconte qu'un Chat qui avait mordu des Tritons ne tarda pas à les abandonner, en salivant abondamment et faisant de violents efforts comme pour expulser un corps étranger de sa bouche.

Les différentes espèces de Tritons peuvent s'empoisonner les uns les autres, le venin pénétrant facilement à travers la peau très perméable de ces Batraciens. Ainsi, MM. Martin et Rollinat (3) ont observé plusieurs cas d'envenimation mortelle de Tritons palmés par des Tritons marbrés qu'ils avaient placés dans le même aquarium.

En 1768, Laurenti (4) faisait mordre un *Triton cristatus* par des Lézards : ces Reptiles étaient atteints de paralysie, leur respiration était fortement ralentie, et ils mouraient sans avoir eu de convulsions. Les symptômes sont donc bien différents de ceux que provoquent le venin parotidien des Salamandres terrestres.

Près d'un siècle plus tard, les expériences du célèbre médecin et herpétologiste ont été confirmées et complétées par celles de Vulpian (5). Vulpian a étudié l'action du venin de Triton sur des Chiens,

(1) Il semble que les propriétés irritantes, caustiques, sternutatoires, les odeurs si diverses, musquées, alliées ou vireuses que possèdent les venins d'un grand nombre de Batraciens, soient dues à des substances élaborées par les glandes granuleuses et que, lorsque le venin muqueux les possède, il les doive à son mélange avec de très petites quantités de venin granuleux. Ainsi, chez le *Triton cristatus* et la *Rana esculenta*, le venin obtenu en faisant macérer de la pulpe de peau ventrale dans l'eau distillée ou salée est dépourvu de ces propriétés, mais le venin obtenu par le même procédé avec la peau dorsale les possède : or l'étude histologique de la peau montre les glandes granuleuses presque toutes localisées à la peau du dos et des flancs, la peau du ventre ne contenant guère que des glandes muqueuses. Voyez sur ce sujet :

GIDON, *Venins multiples et toxicité humorale chez les Batraciens indigènes*. Thèse de médecine, Paris, 1897.

(2) MISS ORMEROD, Observations on the cutaneous exsudation of the *Triton cristatus*, or Great Water-Newt. *Journ. Linn. Soc.*, vol. XI, 1872.

(3) MARTIN et ROLLINAT, *Vertébrés sauvages du département de l'Indre*, pp. 381 et 382, Paris, 1894.

(4) LAURENTIUS, *Specimen medicum*, etc., pp. 147 et 148.

(5) VULPIAN, Etude physiologique des venins du Crapaud, du Triton et de la Salamandre terrestre. *Soc. Biol.* t. VIII, 1856.

des Cobayes, des Grenouilles : ce venin abolit l'irritabilité des différents muscles du corps et son action porte notamment sur le cœur qu'il arrête en diastole ; c'est un poison stupéfiant, qui ne détermine pas de vomissements ; il provoque quelques convulsions chez les Cobayes, mais chez les Chiens on observe seulement « quelques tiraillements dans les membres au début de l'envenimation ».

Vulpian a peut-être trop mis en relief l'action diastolique du venin de Triton. Il dit que ce venin abolit d'abord l'irritabilité musculaire des parois du cœur, puis celle des muscles hyoïdiens, puis celle des autres parties du corps. Il n'en est pas toujours ainsi : M. Fornara, qui a publié une série d'expériences sur le venin du *Triton cristatus* (1), dit que ce poison arrête le cœur en diastole mais que l'arrêt du cœur est tardif, le muscle cardiaque survivant à tous les autres muscles du corps.

J'injecte dans la veine marginale de l'oreille d'un Lapin une faible dose de venin de *Triton cristatus* dissous dans la solution physiologique de sel marin : aussitôt l'animal a de l'anxiété, tombe sur le flanc, est agité de quelques secousses et meurt. Le myosis est très accentué. Le cœur, arrêté en diastole, reste encore excitable par piqûre pendant plusieurs minutes.

J'injecte du même venin dans le tissu conjonctif sous-cutané d'un Cobaye : l'animal a d'abord des convulsions cloniques très faibles et présente plus tard de la paralysie et de la somnolence. La respiration prend le type de Cheyne-Stokes. Puis surviennent des secousses de la tête et de la partie antérieure du tronc, très accusées cette fois. Enfin le Cobaye tombe sur le côté et meurt une heure et quinze minutes après l'inoculation, le cœur arrêté en diastole.

Un physiologiste italien, M. Capparelli (2), a montré qu'il existe dans la peau du *Triton cristatus*, à côté du venin muqueux dont je viens d'indiquer les propriétés les plus remarquables, un

(1) FORNARA, Il veleno della Salamandra d'acqua. *Lo Sperimentale*, t. XXXV, 1875.

(2) CAPPARELLI, Recherches sur le venin du Triton cristatus. *Arch. ital. de Biol.*, t. IV, 1883.

venin granuleux dont l'action est très différente. Ce venin est fort difficile à obtenir et, pour en faire l'étude, M. Capparelli a dû avoir recours à l'excitation électrique de plusieurs centaines de Triton. Injecté à des Vertébrés (Chiens, Grenouilles), il provoque la paralysie des nerfs moteurs mais n'exerce qu'une très faible action sur l'appareil nerveux sensitif; à l'inverse du venin muqueux, il arrête le cœur en systole; il détermine aussi une forte augmentation de la pression sanguine, détruit les globules rouges et provoque la coagulation du sang; à faible dose, il accélère les mouvements de la respiration, mais à dose forte il en provoque la cessation presque immédiate.

M. Capparelli a isolé du venin des alcaloïdes que l'expérimentation a montré inactifs; la substance toxique est une substance acide, ne contenant pas d'azote et par suite non alcaloïdique. Suivant M. Calmels (1), le venin doit une partie de ses propriétés à la présence d'une pseudo-lécithine qui, subissant une hydratation au contact de l'eau, se décompose en donnant de l'alanine, de l'acide formique et de l'acide éthylcarbylamine carbonique; mais, dans l'état actuel de la science, ces faits ne semblent pas encore être suffisamment établis.

Les Euproctes. — Les Euproctes se distinguent surtout des Tritons par leur langue protractile, fixée en avant seulement, tandis que la langue des Tritons est adhérente en arrière. On peut ajouter que les mâles des Euproctes, en livrée d'amour, ne présentent pas de crête, mais ce caractère négatif a été observé aussi chez certaines espèces de Tritons.

Les Euproctes existent seulement en Corse et en Sardaigne, et dans les Pyrénées. On a décrit les Euproctes de Corse sous le nom d'*Euproctus montanus*, ceux de Sardaigne sous le nom d'*E. Rusconii*, et ceux des Pyrénées sous le nom d'*E. asper*; mais, en réalité, ces trois formes paraissent être plutôt des races que des espèces distinctes.

(1) CALMELS, Sur le venin des Batraciens. *C. R. Ac. Sc.*, t. XCVIII, 1884

J'entrerais dans quelques détails au sujet de l'étude des Euproctes qui sont au nombre des plus remarquables Batraciens Urodèles de l'Europe, et j'insisterai particulièrement sur la forme corse que j'ai pu observer vivante (1).

La coloration de cet Urodèle (*Euproctus montanus*) est très variable : en général assez vive chez les larves et chez les jeunes sujets, elle est beaucoup moins brillante chez les individus adultes. J'ai observé de jeunes Euproctes élégamment bariolés de vert et de noir, et présentant en outre une raie d'un beau rouge tout le long du milieu du dos et de la queue, et deux taches allongées de la même couleur sur les parotides. Celles-ci, suivant les individus, sont assez nettement accusées ou presque indistinctes. Chez les adultes, les parties supérieures du corps sont d'un brun verdâtre plus ou moins foncé, quelquefois presque noires, et la raie rouge du milieu du dos, souvent à peine marquée, peut même faire entièrement défaut. Le ventre est très finement piqué de brun et de jaune terne : il en résulte une apparence générale grisâtre. Les variations que l'on observe dans la coloration des parties supérieures du corps des Euproctes semblent jouer un rôle important dans la biologie de ces êtres, car elles sont en quelque sorte parallèles à celles que présentent les roches cristallines si diverses qui, à l'état de dalles, de cailloux roulés ou de gravier forment le lit des torrents, et parmi lesquelles les Euproctes cherchent un refuge pendant une partie de l'année : ainsi ces Batraciens Urodèles se dissimulent facilement sur le fond où ils vivent. Je dois ajouter qu'il ne s'agit pas ici d'une adaptation temporaire des Euproctes au milieu qui les entoure, car la coloration d'un même individu reste constante et ne varie même pas suivant que l'animal est à l'eau ou en livrée de terre.

En livrée aquatique, la peau de l'*Euproctus montanus*, même examinée à la loupe, se montre complètement lisse ; à terre, toute la surface dorsale du corps se hérisse de très petites aspérités coniques. Ces aspérités sont beaucoup plus développées chez l'*E. Rusconi*

(1) DEHAUT, Note sur l'*Euproctus montanus*, Urodèle apneumone caractéristique de la faune corse. *Soc. Biol.*, t. XLVI, 1909.

de Sardaigne et aussi chez l'*E. asper* : elles ont été représentées très distinctement sur des individus de cette forme pyrénéenne dans l'atlas de l'*Erpétologie générale* (Pl. CVI, 2 et 3). Ce sont des rugosités analogues à celles de la brosse copulatrice des Batraciens Anoures : elles sont constituées par un amas compact de cellules épidermiques. M. Roule (1) a beaucoup insisté sur ces formations. Il les regarde comme étant absolument constantes chez les Euproctes et fonde sur leur présence le caractère distinctif absolu du genre *Euproctus*; mais il se contredit lui-même en faisant observer que ces aspérités existent aussi dans plusieurs autres genres, comme les *Pleurodeles*. Ce zoologiste termine ses remarques par des considérations, véritablement singulières, sur les rapports généalogiques des Mammifères et des Batraciens, les poils des premiers étant représentés chez les seconds par les aspérités épidermiques des Euproctes et des Pleurodèles.

L'*Euproctus montanus* est absolument dépourvu de poumons : je n'en ai pas trouvé de traces même chez les individus jeunes. L'absence de ces organes a déjà été constatée chez certains Urodèles qui habitent presque tous le continent américain, tandis que d'autres sont caractéristiques de la faune d'Italie, de Corse et de Sardaigne. Dans l'état actuel de la science on ne connaît que trois espèces de ces Batraciens apneumones en Europe : la *Salamandrina perspicillata*, le *Spelerpes fuscus*, l'*Euproctus montanus*.

Il est vraisemblable que chez les Batraciens apneumones la respiration cutanée, très active, supplée à la respiration pulmonaire qui fait défaut. Mais comme les mouvements de la déglutition respiratoire existent chez ces Urodèles comme chez les Batraciens pulmonés, on a supposé aussi que leur muqueuse intestinale pouvait assurer l'hématose (comme cela a lieu chez un Poisson, le *Cobitis fossilis*), ou bien encore que le rôle d'organe de la respiration était dévolu à la muqueuse qui tapisse leur cavité buc-

(1) ROULE, Sur les Amphibiens du genre *Euproctus*. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLIX, 1909.

ROULE, Sur la structure des protubérances épidermiques de certains Amphibiens Urodèles et sur leurs affinités morphologiques avec les poils. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLIX, 1910.

co-pharyngienne. N'ayant pas d'expériences personnelles à présenter à l'appui de l'une ou de l'autre de ces manières de voir, il ne m'est pas permis de les discuter ; mais je crois devoir attirer l'attention du lecteur sur un fait qui présente un grand intérêt pour l'histoire de la Physiologie : c'est que l'existence possible d'une respiration seulement cutanée chez les Batraciens Urodèles a été démontrée bien avant que les zoologistes n'aient eu connaissance des Salamandridés apneumones. En effet Duméril et Bibron rapportent, dans leur *Erpétologie générale* (1), « une observation des plus curieuses pour la science, qui est relative à l'ablation complète des quatre cinquièmes de la longueur de la tête chez un Triton qui a continué de vivre, et très certainement de respirer par la peau pendant plus de trois mois, quoique le moignon de la partie amputée présentât une cicatrice dont la surface lisse prouvait, même à l'œil armé d'une loupe, qu'il y avait une obturation complète de l'œsophage et du larynx ».

Les Euproctes n'existent nulle part, dans la nature, sous le climat des plaines : ce sont des habitants exclusifs de la zone montagneuse, amis des eaux froides des torrents. Ils redoutent l'ardeur du soleil qui leur est fatale. Des Euproctes que j'avais capturés au col de Vizzavona sont morts, à Ajaccio, peu de temps après avoir éprouvé l'action, prolongée pendant quelques instants, de la chaleur et de la lumière solaires, et pourtant l'atmosphère du bocal où je les conservais était saturée par de la vapeur d'eau : la dessiccation de la peau des Euproctes, amenant avec elle la cessation de leur respiration cutanée, ne peut donc être mise en cause, et l'action nocive des rayons solaires dans ce cas semble directe (2) ; en mourant, tout le corps de ces animaux se couvrait d'une couche épaisse de mucus.

(1) DUMÉRIL et BIBRON, *Erpétologie générale*, t. VIII, pp. 184 et 185. La même observation est rapportée avec plus de détails, t. I, pp. 209 et 210 ; les auteurs nous apprennent qu'elle a été effectuée sur un Triton marbré.

(2) C'est apparemment la même cause qui oblige les Poissons dits bathypélagiques, comme les *Brama*, les *Chauliodus*, les *Scopelus* et les *Astronesthes*, à rester tout le jour durant dans les zones profondes de la mer, tandis que pendant la nuit ils peuvent remonter à sa surface.

Contrairement aux Salamandres terrestres et aux Tritons, l'*Euproctus montanus* est dépourvu de toute odeur caractéristique : son mucus cutané est absolument inodore, quoiqu'il possède une saveur piquante et astringente très marquée.

J'ai fait mordre par les Lézards la queue, les flancs, le ventre et les parotides de plusieurs Euproctes : les phénomènes d'envenimation ont toujours été très semblables. Il semble donc que, comme chez les Tritons, le venin sécrété par les glandes muqueuses détermine seul ces manifestations. Aussitôt après la morsure, le Lézard est très agité, il a de la salivation, frotte sa gueule écumante sur le sol et bâille fréquemment ; puis de violentes convulsions cloniques agitent tout son corps, atteignant quelquefois une intensité telle que l'animal exécute une sorte de danse effrénée : les mouvements respiratoires sont très ralentis, puis cessent complètement, et la paralysie s'accroît peu à peu. Pendant que ces phénomènes se déroulent, le Lézard prend souvent une attitude bien étrange : il se dresse sur ses pattes de devant et relève fortement la tête. Parfois la prise et les reprises successives de cette attitude, qui ne durent que quelques instants, coïncident avec des mouvements d'inspiration très amples, mais d'autres fois l'animal reste ainsi beaucoup plus longtemps, après que tout mouvement respiratoire a cessé, et peut même mourir dans cette singulière position : ceci doit être attribué, semble-t-il, à l'action narcotique du venin. Quelquefois des Lézards, après avoir présenté ces symptômes, se rétablissent complètement, mais le plus souvent ils meurent dans un espace de temps très variable, d'une ou de quelques heures à plusieurs jours : l'excitabilité musculaire disparaît alors de la tête, du tronc et des membres, plus tard de la queue, plus tard encore du cœur qui s'arrête en diastole. La survie du cœur dure souvent plusieurs heures : en ouvrant le thorax on voit que les systoles ventriculaires sont peu accusées, quelquefois même si faibles qu'il devient difficile de les apercevoir, elles sont de plus en plus ralenties, puis cessent complètement.

Introduit dans les veines d'un Lapin même à faible dose, le venin détermine aussitôt des convulsions cloniques et la mort ; mais si la quantité de poison injecté est encore moindre, il ne se produit pas

de convulsions et l'animal meurt sans agitation, la paralysie atteignant progressivement les membres postérieurs et plus tard les pattes de devant (1) : ainsi le même venin peut agir comme un poison convulsivant ou stupéfiant suivant les doses inoculées ; toujours la salivation est très abondante, les pupilles sont très rétrécies, et cet état dure depuis le début de l'envenimation jusqu'à la mort. A l'autopsie, on trouve le cœur arrêté en diastole ; il n'y a pas d'hémorragie des viscères et le sang ne présente pas d'altérations d'ordre cellulaire ou chimique. Quand la quantité de venin injectée est extrêmement faible, l'animal, après avoir présenté un myosis fugace, semble bientôt revenir à l'état normal, mais ce n'est là qu'un rétablissement apparent et la mort survient un ou deux jours après.

Le Spelerpes fuscus. — J'ai déjà cité incidemment, à propos de l'étude des Euproctes, ce petit Urodèle apneumone à peau entièrement lisse, que l'on trouve en Italie et en Sardaigne.

MM. Benedicenti et Polledro (2) ont étudié le venin de ce Batracien. Ils l'obtenaient par l'excitation électrique, de la même façon que M. Capparelli avait obtenu le venin granuleux du *Triton cristatus*. En réalité, ces deux venins jouissent de propriétés très semblables.

Le venin du *Spelerpes fuscus* est très irritant pour les muqueuses ; il possède une saveur piquante, une réaction acide. Il détermine d'abord une plus grande fréquence des mouvements de la respiration, puis leur ralentissement et leur arrêt complet ; il agit sur les nerfs moteurs, mais laisse intacte la sensibilité jusqu'à peu de temps avant la mort ; il arrête le cœur en systole. Il possède aussi la propriété de dissoudre les globules rouges, mais n'altère pas chimiquement l'oxyhémoglobine, quoique le sang des animaux empoisonnés présente une couleur foncée anormale.

(1) Chez les Souris, le venin injecté dans le tissu conjonctif sous-cutané détermine des phénomènes d'intoxication très semblables.

(2) BENEDICENTI et POLLEDRO, Sur la nature et l'action physiologique du venin du *Spelerpes fuscus*. *Arch. il. de Biol.*, t. XXXII, 1899.

Le Tritomegas Sieboldi. — Le *Tritomegas Sieboldi* ou *Megalobatrachus maximus* est célèbre sous le nom de Grande Salamandre du Japon, mais ce gigantesque Urodèle, dont la taille dépasse souvent un mètre de longueur, existe aussi en Chine où il a été observé par le Père David.

Les Grandes Salamandres sont aujourd'hui de plus en plus rares et il semble même que leur espèce soit en voie de disparition. A l'époque miocène elles vivaient aussi en Europe : le squelette fossile des schistes d'Oeningen (*Homo diluvii testis*, objet de la méprise de Scheuchzer) pour lequel Tschudi a créé le genre *Andrias*, doit être attribué au *Tritomegas Sieboldi*, ou tout au moins considéré comme une espèce très voisine.

La peau de la Grande Salamandre est couverte de pustules, petites et peu distinctes sur le tronc mais beaucoup plus grosses sur la tête. Ces pustules ne paraissent pas être plus riches en glandes que la peau environnante.

Les mœurs du *Tritomegas* sont entièrement aquatiques et le séjour à terre semble lui être désagréable. « Quand la Salamandre se trouve hors de l'eau, dit M. Geerts (1), et surtout quand on l'irrite dans cet état, la peau devient sèche, et laisse exsuder par les pores un liquide visqueux, fétide, peu abondant. »

Le venin qu'on obtient ainsi, en raclant avec une spatule la peau de l'animal vivant, possède les propriétés générales des venins muqueux. Il a été étudié par M. Phisalix (2). Inoculé à des Grenouilles et à des Mammifères, il produit une action locale (œdème) et une action générale : paralysie motrice et arrêt des mouvements respiratoires et cardiaques, le cœur cessant de battre en diastole.

Il existe de très intéressantes analogies entre le venin de la Grande Salamandre et les venins de nature albuminoïde tels que ceux

(1) GEERTS, Notice sur la Grande Salamandre du Japon. *Nouv. Arch. Muséum* 2^e série, t. V, 1882-83.

(2) PHISALIX, Action physiologique du venin de Salamandre du Japon. Atténuation par la chaleur et vaccination de la Grenouille contre le venin. *Soc. Biol.*, t. XLIX, 1897.

PHISALIX, Propriétés immunisantes du venin de Salamandre du Japon vis-à-vis du venin de Vipère. *Soc. Biol.*, t. XLIX, 1897.

des Serpents et les sérums toxiques des Murénides : il est en effet détruit par son oxydation à l'air, par la précipitation alcoolique, par l'ébullition. M. Phisalix a montré qu'il est possible de l'atténuer en le chauffant à 60 degrés pendant vingt minutes : il peut alors engendrer une vaccination parfaite, non seulement contre son action, mais aussi contre celle du venin de Vipère.

Un Urodèle sans venin : le Protée. — C'est un être bien singulier que le *Proteus anguinus*, ce Batracien aveugle, au corps décoloré, qui habite les eaux souterraines de la Carniole et de la Dalmatie. Le Protée est un des rares Batraciens qui ne sont pas venimeux : M. Bugnion (1) a montré que son mucus cutané est dépourvu de toute action toxique.

Ce fait est peut-être en rapport avec son genre de vie, car le Protée n'a rien à redouter des êtres de rapine. Il n'en va pas en effet de lui comme de la Grenouille rousse, dépourvue elle aussi de venin mais qui, vivant à la surface du sol, devient une proie facile pour les animaux carnassiers.

On a récemment découvert dans les eaux souterraines du Texas, un autre Urodèle aveugle, allié au *Proteus anguinus* ; on l'a décrit sous le nom *Typhlomolge Rathbuni*. Il serait curieux de rechercher s'il est, comme le Protée d'Europe, dépourvu de venin.

L'Axolotl. — Je placerai à la suite de l'étude du Protée celle de l'Axolotl, que les zoologistes classaient autrefois avec le Protée dans le groupe des Phanérobanches, mais qui n'est en réalité que la larve de l'Amblystome tigré, Salamandridé de l'Amérique du Nord. Suivant les conditions où elles sont placées dans le cours de leur développement, les larves d'Amblystome subissent normalement leurs métamorphoses et revêtent enfin la forme parfaite, ou bien elles conservent leurs caractères larvaires tout en devenant aptes à se reproduire sous cette forme.

Quelques expériences sur la sécrétion cutanée de cette larve

(1) BUGNION, Recherches sur les organes sensitifs qui se trouvent dans l'épiderme du Protée et de l'Axolotl. *Bull. Soc. vaudoise des sc. nat.*, t. XII, 1873.

remarquable ont été publiées récemment par M^{me} Phisalix (1). Elles démontrent l'existence, chez cet animal, de deux venins distincts : un venin muqueux diastolique et un venin granuleux systolique.

(1) M^{me} PHISALIX, Action physiologique du mucus des Batraciens sur ces animaux eux-mêmes et sur les Serpents ; cette action est la même que celle du venin de Vipère. *Bull. du Muséum*, t. XVI, 1910.

M^{me} PHISALIX, Immunité naturelle des Batraciens et des Serpents contre le venin muqueux des premiers, et mécanisme de cette immunité. *Bull. du muséum*, t. XVI, 1910.

CHAPITRE III

LES ANOURES ET LEURS VENINS

Les Crapauds. — Au dix-huitième siècle, les naturalistes confondaient sous le nom de Crapauds, avec les véritables *Bufo*, tous les Batraciens Anoures aux formes lourdes et ramassées comme les Alytes, les Sonneurs, les Pélobates, les Pipas. Mais il convient de réserver exclusivement ce nom aux espèces que les zoologistes modernes rangent dans le genre *Bufo*.

Presque tous les Crapauds présentent à la fois des parotides et des pustules dorsales bien distinctes, quoique le développement relatif de ces formations glandulaires soit variable. Par exemple, chez le *B. pantherinus* de l'Afrique du Nord elles n'offrent qu'un faible relief, et la peau de ce magnifique Crapaud est relativement lisse; elles s'accroissent davantage chez le *B. viridis*, espèce très répandue dans les régions méditerranéennes; davantage encore chez le *B. calamita* et surtout chez le *B. vulgaris*, communs en France; enfin, chez le *B. aqua* de l'Amérique du Sud elles atteignent des dimensions énormes, et ses gigantesques parotides ont valu à cet animal le nom bien caractéristique d'*Épaule armée*. Le *B. cruentatus*, animal de Java fort rare dans nos collections, présente de chaque côté deux parotides distinctes, l'une située sur le cou et l'autre sur l'épaule; chez cette espèce les pustules dorsales font défaut, et l'on observe seulement de très fins granules épars sur les parties supérieures du corps. J'ajouterai encore qu'il existe au membre

postérieur du Crapaud calamite, au-dessus du muscle péronier latéral, un amas de glandes granuleuses très volumineux, semblable à une parotide.

Le venin est pour les Crapauds un moyen de défense très puissant. Seuls quelques rares animaux, la Couleuvre à collier, le Sauvagarde, la Grande Salamandre du Japon, peuvent les attaquer et s'en nourrir impunément (1).

Gemminger (2) a vu un Épervier mourir quelques minutes après avoir saisi un Crapaud commun dans son bec. Lenz (3) raconte que des Canaris, ayant avalé du sable dans lequel avait séjourné un Crapaud, ont succombé quelque temps après.

M. Lataste (4) dit qu'un Rat est mort pour avoir dévoré un de ces Batraciens, qu'on avait intentionnellement enfermé avec lui.

M. von Mähely (5) raconte qu'un petit Chien terrier, qui l'accompagnait dans une excursion, avait attaqué un gros Crapaud vert : il manifestait aussitôt sa douleur par des hurlements, frottait sa gueule écumante sur l'herbe et, quelques minutes après présentait des phénomènes convulsifs. Le Chien, sujet de cette observation, était complètement rétabli deux jours plus tard. M. Bringard (6), rapporte un cas d'envenimation analogue observé par lui sur un Chien de chasse, mais suivi rapidement de mort par syncope.

Le venin des Crapauds est un liquide jaunâtre, d'une amertume nauséuse insupportable ; son odeur (celle-là même que les Crapauds exhalent lorsqu'on les tourmente) est fort désagréable, mais elle varie sensiblement suivant les espèces que l'on considère. Celle du Crapaud

(1) BREHM, *les Reptiles et les Batraciens*, p. 545.

(2) GEMMINGER, Tödliche Vergiftung eines Sperbers durch eine Krote. *Frociop's Tagesber. über d. Fortsch. d. Natur. u. Heills. Abth. f. Zool. u. Paläont.* Bd. III, 1862.

(3) In FATIO, *Faune des Vertébrés de la Suisse*, vol. III, *Reptiles et Batraciens*, p. 255. Genève et Bâle, 1872.

(4) LATASTE, *Essai d'une faune herpétologique de la Gironde*. Bordeaux, 1876.

(5) In BOULENGER, *The tailless Batrachians of Europe*, part. I, p. 30. London, 1897.

(6) BRINGARD, Curieux cas d'empoisonnement d'un Chien par l'absorption buccale de la sécrétion des glandes cutanées d'un Crapaud. *Arch. méd. d'Angers*, t. IX, p. 668, 1905.

calamite a été comparée à l'odeur du caoutchouc bouilli ou de la poudre enflammée; celle du Crapaud vert a l'odeur de la Morelle des boutiques ou d'un cataplasme de graine de lin (1).

M. Leydig (2) dit que les propriétés irritantes de la sécrétion cutanée des Crapauds varient suivant les heures du jour et présentent aussi des variations saisonnières : elles augmentent au crépuscule, c'est-à-dire au moment où ces animaux vont à la recherche de leur nourriture, et atteignent leur intensité la plus grande à l'époque du frai.

C'est en 1768, que la venimosité des Crapauds a été démontrée pour la première fois par Laurenti (3) : ayant forcé un Lézard à mordre un *Bufo viridis*, Laurenti avait vu ce Saurien avoir de la dyspnée, des convulsions, et mourir.

Malgré la clarté de cette démonstration, le plus grand nombre des médecins et des zoologistes de la première partie du dix-neuvième siècle ont refusé aux Crapauds la qualité d'animaux venimeux.

En parlant des Crapauds, Cuvier écrivait dans son *Règne animal* (4) : « Ce sont des animaux d'une forme hideuse, dégoûtante, que l'on accuse mal à propos d'être venimeux par leur salive, leur morsure, leur urine, et même par l'humeur qu'ils transpirent. » Mais plus tard, dans son *Anatomie comparée* (5), l'illustre zoologiste modifiait son opinion première : « Ces glandes, disait-il, sécrètent une humeur âcre, qui est un poison pour les animaux très faibles. »

En Angleterre, John Davy (6) en 1626, puis Rainey (7) en 1855 n'obtenaient à la suite de leurs expériences d'inoculation aucun symptôme général d'envenimation, et observaient seulement les effets irritants produits par l'humeur caustique de la peau des Crapauds.

(1) BOULENGER, *The tailless Batrachians of Europe*. Part. I, p. 32.

DAUBENTON, *Encyclopédie méthodique*, t. LXXXII, p. 696.

(2) LEYDIG, Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XII, 1876, p. 400.

(3) LAURENTIUS, *Specimen medicum*, etc. (*loc. cit.*), pp. 113-119.

(4) CUVIER, *le Règne animal distribué d'après son organisation. Les Reptiles*, p. 150.

(5) CUVIER, *Leçons d'Anatomie comparée* (2^e édition), t. III, p. 613. Paris, 1845.

(6) DAVY, Observations on the poison of the common Toad. *Philos. Trans.*, 1826.

(7) RAINEY, Researches on the cutaneous follicles, etc. (*loc. cit.*). *Quart. Journ. of microscop. sc.*, 1855.

En 1860, Davy (1) publiait un second mémoire où il maintenait ses premières conclusions, si contraires aux résultats expérimentaux obtenus en France par Gratiolet et Cloez. Au paragraphe du précédent chapitre qui est consacré à l'étude du venin des Salamandres terrestres, j'ai déjà eu l'occasion d'attirer l'attention du lecteur sur les résultats négatifs obtenus en des circonstances analogues par Maupertuis, et j'ai rappelé à quelles propriétés physiques du venin il convient de les attribuer (2).

Les expériences de Gratiolet et Cloez ont été publiées en 1851 et 1852 (3). Ces physiologistes observaient que le venin de Crapaud inoculé à des petits Oiseaux, les tue en cinq à six minutes sans convulsions. Mais le venin du Crapaud n'est pas seulement un poison pour les animaux de très faible taille et, lorsqu'il est introduit sous la peau d'un Bouc ou d'un Chien, il les fait mourir en moins d'une heure (4). Une petite Tortue, piquée à la patte postérieure droite, restait paralysée de ce membre pendant huit mois : ce fait semble établir la possibilité d'empoisonnements partiels. Un Chardonnet inoculé avec du venin desséché depuis onze mois, que l'on venait de dissoudre dans un peu d'eau, présentait les mêmes accidents que les Oiseaux inoculés avec du venin frais : ainsi cette sécrétion conserve longtemps, sinon toujours, ses propriétés venimeuses.

En 1854, Vulpian (5) continuait les belles recherches commencées par Gratiolet et Cloez. Il introduisait du venin de Crapaud sous la peau de Chiens et de Cochons d'Inde et il voyait mourir ces animaux en un espace de temps variant d'une demi-heure à une heure et

(1) DAVY, *On the acrid fluid of the Toad. Physiological researches*. Edinburgh, 1863.

(2) Voy. p. 16.

(3) GRATIOLET et CLOEZ, Note sur les propriétés vénéneuses de l'humeur lactescente que sécrètent les pustules cutanées de la Salamandre terrestre et du Crapaud commun. *C. R. Ac. Sc.*, t. XXXII, 1851.

GRATIOLET et CLOEZ, Nouvelles observations sur le venin contenu dans les pustules cutanées des Batraciens. *C. R. Ac. Sc.*, t. XXXIV, 1852.

(4) In VULPIAN, Sur le venin du Crapaud commun. *C. R. Soc. Biol.*, t. VI, 1854.

(5) VULPIAN, Sur le venin du Crapaud commun. *C. R. Soc. Biol.*, t. VI, 1854.

VULPIAN, Absorption du curare et du venin du Crapaud commun, mis en contact avec la peau intacte des Grenouilles; absorption du venin du Crapaud commun dans les mêmes conditions par les Tritons. *C. R. Soc. Biol.*, t. VII, 1855.

demie. Les symptômes se succédaient dans l'ordre suivant : 1° excitation ; 2° affaissement ; 3° vomissements ou efforts de vomissements ; 4° enfin, chez les Cochons d'Inde, convulsions, remplacées chez les Chiens par une espèce d'ivresse. Chez les Grenouilles, le venin produit la paralysie des membres postérieurs, le rétrécissement des pupilles, des convulsions suivies de quelques sauts désordonnés, et l'arrêt du cœur en systole. Au contraire, à l'autopsie des Chiens faite immédiatement après la mort, Vulpian observait le relâchement général du cœur, toutes ses cavités étant pleines de sang. Se basant sur les propres expériences de Vulpian sur les Grenouilles, M. Gidon (1) a émis l'hypothèse que quelque cause d'erreur était venu entacher le remarquable travail de ce physiologiste. Je ne pense pas qu'il en soit ainsi : des animaux de la taille d'un Chien, d'un Lapin, d'un Cobaye, peuvent fort bien échapper à telle action d'un venin qui se manifeste d'une façon marquée sur des Grenouilles, d'autant plus que Vulpian fait observer que parfois les Grenouilles elles-mêmes échappent à l'action systolique du venin de Crapaud. J'injecte dans la veine marginale de l'oreille d'un Lapin du venin parotidien de *Bufo vulgaris* dissous dans un peu d'eau distillée : l'animal a de l'agitation, des convulsions cloniques, ses pupilles sont très rétrécies, il pousse de petits cris et sa salivation est un peu activée ; il meurt quelques minutes après l'injection et l'autopsie, faite aussitôt après la mort, montre le cœur arrêté en diastole. Vulpian notait aussi que chez les Chiens une forte quantité de venin introduite dans l'estomac n'occasionne que des vomissements, alors que des traces du poison suffisent, dans ces conditions, à produire la mort des Grenouilles.

A la suite de Vulpian, MM. Fornara (2), Calmels (3), Ko-

(1) GIDON, *Venins multiples*, etc. (*loc. cit.*), p. 30.

(2) FORNARA, Sur les effets physiologiques du venin du Crapaud. *Journ. de Thérap.*, t. IV, 1877.

Dans ce mémoire, l'auteur cherche à démontrer les propriétés thérapeutiques de la *phrynine*, ou principe actif du venin du Crapaud, qui serait un succédané de la digitaline.

(3) CALMELS, Étude histologique des glandes à venin du Crapaud, etc. (*loc. cit.*). *Arch. de Physiol.*, 1884.

bert (1) ont repris l'étude physiologique du venin des Crapauds. Ils ont particulièrement insisté sur les ressemblances que présente ce venin avec les poisons végétaux du groupe de la digitaline.

Tous les faits que je viens de passer en revue se rapportent au venin granuleux des Crapauds ; le venin muqueux de ces animaux est beaucoup moins actif et il a été beaucoup moins étudié. M. Phisalix (2) a montré que ce venin, inoculé à des Grenouilles, produit de la paralysie et arrête le cœur en diastole.

Après avoir exposé l'état actuel de nos connaissances sur la Physiologie des venins des Crapauds, je dois passer à leur étude chimique ; puis, comme l'étude tant physiologique que chimique des venins des espèces exotiques est à peine ébauchée, et que les résultats obtenus dans cette voie ne peuvent pas encore être comparés utilement à ceux qui se rapportent à l'histoire des Crapauds indigènes, c'est par leur examen que je terminerai.

La composition chimique du venin muqueux des Crapauds est encore inconnue. On sait seulement qu'il possède une réaction faiblement alcaline et que ses propriétés toxiques résistent à l'ébullition (3).

Nos connaissances relatives à la composition chimique des venins granuleux sont beaucoup plus complètes. La réaction de ces venins, chez les formes européennes, est franchement acide, ainsi que l'ont reconnu Gratiolet et Cloez (4).

Claude Bernard (5) a justement insisté sur les profondes dissimilarités qui séparent les venins de Serpents et les ferments, d'une part, le venin granuleux de Crapaud d'autre part, car ce venin est soluble dans l'alcool et résiste à l'action de la chaleur.

(1) KOBERT, Giftabsonderung der Krote. *Sitzungsb. der Naturf.-Gesellsch. bei der Univ. Dorpat*, 1889.

(2) In GIDON, *Venins multiples*, etc. (*loc. cit.*), p. 32.

(3) On peut, à ce point de vue, rapprocher le venin muqueux de la Grenouille verte du venin muqueux du Crapaud. Celui de la Rainette verte est détruit par l'ébullition. Lorsque nous avons étudié les venins des Batraciens Urodèles, nous avons constaté des différences du même ordre entre les venins muqueux de la Salamandre terrestre et de la Grande Salamandre du Japon.

(4) GRATIOLET et CLOEZ *C. R. Ac. Sc.* (*loc. cit.*), 1851.

(5) CL. BERNARD, *Leçons de Pathologie expérimentale*, p. 150, Paris, 1872.

M. Phisalix (1), étudiant l'action du radium sur la toxicité des venins, a récemment apporté une nouvelle confirmation à cette manière de voir. Tandis que les venins de Serpents, exposés aux radiations du radium, perdent leurs propriétés toxiques, le même agent n'exerce aucune action sur les venins granuleux de Crapaud commun et de Salamandre terrestre, comme si l'action chimique du radium, s'exerçant seulement sur les substances albuminoïdes, laissait non modifiées les substances toxiques non albuminoïdes auxquelles les venins granuleux de Batraciens doivent leurs propriétés.

Le venin granuleux des Crapauds renferme des substances toxiques très variées dont les unes jouent un rôle capital dans les phénomènes de l'envenimation, tandis que d'autres ont seulement un rôle secondaire. Ce sont précisément ces dernières qui ont été isolées le plus anciennement. En 1852, Gratiolet et Cloez (2) ont montré que le venin desséché cède à l'éther une substance d'aspect gras qui plonge les animaux dans un coma profond interrompu par des vomissements, et qu'il existe à côté de cette substance une autre substance toxique, d'apparence résineuse, insoluble dans l'éther mais soluble dans l'alcool, qui possède toutes les réactions générales des alcaloïdes. Casali (3) a aussi extrait du même venin un alcaloïde qu'il appelle *bufidine*. M. Calmels (4) pense que le venin doit une partie de son activité à de petites quantités d'acide isocyanacétique et de méthylcarbylamine : ces substances proviendraient de la décomposition d'une pseudo-lécithine analogue à celle du venin du Triton.

J'ai rappelé, d'après Vulpian, l'action qu'exerce sur l'organisme des Grenouilles le venin granuleux de Crapaud. MM. Phisalix et Bertrand (5) ont montré que les deux phénomènes les plus caracté-

(1) PHISALIX, Influence de l'émanation du radium sur la toxicité des venins. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXL., 1905.

(2) GRATIOLET et CLOEZ. *C. R. Ac. Sc.*, (*loc. cit.*) 1852.

(3) IN FORNARA. *Journ. de Thérap.*, (*loc. cit.*) 1877.

(4) CALMELS, Sur le venin des Batraciens. *C. R. Ac. Sc.*, t. XCVIII, 1884.

(5) PHISALIX et BERTRAND, Sur les principes actifs du venin de Crapaud commun, *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXV, 1902.

ristiques de cette envenimation, la paralysie et l'arrêt du cœur en systole, sont produits par deux substances distinctes, et que l'on peut les dissocier expérimentalement. En effet, le venin parotidien, soumis à la dialyse, cède à l'eau distillée une substance qui, comme le curare, paralyse l'animal inoculé sans arrêter le cœur ; de même, une solution de venin, agitée avec du chloroforme, perd son action cardiaque et détermine seulement de la paralysie. Ces habiles expérimentateurs sont parvenus à caractériser chimiquement les deux substances actives. L'une, la *bufotaline* $C^{119}H^{117}O^{25}$, est le poison cardiaque ; c'est un corps résinoïde, transparent, presque incolore, très amer, absolument neutre lorsqu'il est pur ; il très soluble dans l'alcool, le chloroforme et l'acide acétique, moins soluble dans l'éther, insoluble ou presque insoluble dans le sulfure de carbone et l'éther de pétrole. L'autre, dont la composition chimique est encore inconnue, a reçu le nom *bufoténine* : c'est le poison paralysant ; il est très soluble dans l'alcool et dans l'eau.

Pour préparer la bufotaline et la bufoténine, MM. Phisalix et Bertrand expriment directement le venin des parotides de Crapauds chloroformés. Avant eux, M. Faust (1) avait isolé du venin de Crapaud, obtenu d'une façon beaucoup plus imparfaite (en faisant macérer des peaux de Crapauds pendant plusieurs semaines dans l'alcool à 96°), deux substances également systoliques et dépourvues d'action sur le système nerveux : la *bufotaline* $C^{17}H^{23}O^5$, et la *bufonine* $C^{34}H^{51}O^2$. La bufotaline de M. Faust est très analogue à celle obtenue plus tard par les auteurs français, mais elle possède une réaction acide que MM. Phisalix et Bertrand attribuent à des impuretés. La bufonine paraît être un corps formé artificiellement, constitué par de la cholestérine mélangée d'un peu de bufotaline (2).

M. Pugliese (3) a montré que le venin granuleux de Crapaud dissout les globules rouges et transforme l'hémoglobine en méthémoglobine. Mais l'action méthémoglobinigène du venin s'exerce seule-

(1) FAUST, Ueber Bufonin und Bufotalin. *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.* Bd. XLVII, 1902.

(2) BERTRAND, Sur la nature de la bufonine. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXV, 1902.

(3) PUGLIESE, Sur l'action méthémoglobinigène du venin de Crapaud. *Arch. ital. de Biol.*, t. XXII, 1895.

ment sur l'hémoglobine déjà séparée du stroma globulaire. Cela explique pourquoi le sang des animaux tués par le venin de Crapaud ne contient pas de méthémoglobine : ces animaux mourant rapidement avec de faibles doses de venin, l'altération chimique du sang n'est pas encore produite au moment de la mort. La neutralisation par le bicarbonate de sodium affaiblit notablement l'action méthémoglobinigène du venin. M. Pugliese suppose, à cause de cela, que cette action est due surtout à l'acide isocyanacétique signalé par M. Calmels, et aussi à la méthylecarbylamine et à cette substance de nature encore inconnue qui donne au venin ses propriétés réductrices mises en évidence par M. Bufalini (1) grâce à la diazoréaction.

Suivant M. Lacerda (2), le venin parotidien du *Bufo ictericus* du Brésil (3) est insoluble dans l'alcool, même à chaud : ceci est déjà une grande dissemblance entre ce venin et celui du Crapaud commun. En second lieu, sa réaction acide est moins accusée que celle de ce dernier. Mais, comme le venin parotidien de nos Crapauds d'Europe, c'est un liquide d'une coloration jaune ambrée, d'une amertume nauséuse détestable. Appliqué sur les muqueuses, il produit une irritation des plus violentes accompagnée de douleurs atroces : cette irritation est immédiate, et l'on voit bientôt apparaître des vésicules semblables à celles que produisent certains caustiques. M. Lacerda a inoculé le poison à des Oiseaux, des Mammifères, des Sauriens, des Grenouilles. Le symptôme principal est la paralysie très rapide du cœur qui s'arrête en diastole. On observe aussi de la dilatation pupillaire, de l'agitation, des convulsions tétaniques, de la dyspnée.

Le Discoglosse peint. — Le Discoglosse (*Discoglossus pictus*) est très répandu dans certaines régions du Midi de l'Europe et du

(1) BUFALINI, Supra una reazione del veleno di Rospo. *Ann. di Chim. e farm.* Ser. 4, II, 1885.

(2) LACERDA FILHO, Algumas experiencias com o veneno do *Bufo ictericus* Spix. *Arch. Museu nacion. Rio de Janeiro*, t. III, 1878.

(3) Simple variation individuelle du *Bufo aqua*, considérée par Spix comme une espèce distincte.

Nord de l'Afrique. Ses caractères extérieurs sont assez semblables à ceux des Grenouilles et, à cause de cela, on l'appelle souvent Grenouille peinte; mais ses véritables affinités sont avec les Alytes et les *Bombinator*. Sa peau est généralement presque lisse, présentant seulement sur le dos, de petits replis glanduleux peu marqués; quelquefois ceux-ci s'accroissent davantage, deviennent plus nombreux et donnent alors au tégument un aspect verruqueux assez semblable à celui que présentent les Alytes. La coloration du Discoglosse est très variable. Le plus souvent l'animal est marbré de vert sur un fond gris brun clair; mais les individus qui vivent dans les fossés fangeux sont presque entièrement noirs et l'on observe, dans les torrents, des Discoglosses remarquables par leur coloration très claire. Une tache blanchâtre, de forme variable, existe presque toujours sur le milieu du dos, entre les membres antérieurs.

Le mucus abondant qui enduit le corps de ce Batracien jouit de propriétés toxiques très puissantes : en injection intraveineuse son activité rappelle celle du venin de Vipère (1). Mais son action irritante sur les muqueuses est presque absolument nulle et il ne détermine quelques éternuements que lorsqu'il est introduit à l'intérieur même des narines. Comme le venin d'*Euproctus montanus*, le venin de Discoglosse est dépourvu d'odeur mais possède une saveur piquante; celle-ci est beaucoup plus faible chez le Discoglosse que chez l'Euprocte. Sa réaction est neutre ou très faiblement alcaline au papier de tournesol. Abandonné à l'air il prend peu à peu une coloration d'un beau mauve, puis brune. Des changements de coloration ont aussi été observés avec le venin d'autres espèces, celui de la Grenouille verte par exemple : M. Phisalix (2) a montré qu'ils sont liés à l'existence d'un ferment oxydant qui joue vraisemblablement un grand rôle dans la respiration cutanée si active des Batraciens.

(1) M^{me} PHISALIX et G. DEHAUT, Action physiologique du venin muqueux d'un Batracien, le *Discoglossus pictus*. Bull. du. Muséum, t. XIV, 1908.

(2) PHISALIX, Sur la présence d'une oxydase dans la peau de la Grenouille verte. Soc. de Biol., 23 juillet, t. L, 1898.

Inoculé à des Grenouilles, le venin de Discoglosse détermine la mort au bout d'un temps variable suivant la quantité de poison injectée. La paralysie, qui atteint d'abord les membres postérieurs, est le premier symptôme d'envenimation qui se manifeste ; puis les mouvements respiratoires deviennent intermittents et irréguliers et le rythme cardiaque se ralentit de plus en plus, jusqu'à l'arrêt définitif du cœur en diastole.

L'action du poison est sensiblement la même sur les Oiseaux (Moineaux) et sur les petits Mammifères (Souris). Chez le Lapin, on peut injecter le venin dans la veine marginale de l'oreille ; une très petite quantité détermine la mort foudroyante. Pour observer la succession des symptômes de l'envenimation à l'aide de cette méthode, il faut injecter du venin très dilué et en faible dose. On observe alors, dans l'espace de quelques minutes : 1° une période d'excitation avec cris, convulsions cloniques très violentes et élévation de la température ; 2° une période de paralysie avec hypothermie, celle-ci se termine par la mort. Le myosis est très accentué. A l'autopsie, on trouve le cœur arrêté en diastole. Le venin ne semble pas être un poison du sang qui n'est pas coagulé au moment de la mort sans être cependant devenue incoagulable, car il se coagule plus tard ; les globules rouges ne sont pas dissous, et l'examen spectroscopique du sang ne montre pas d'altération chimique du pigment respiratoire normal (il n'y a pas de méthémoglobine).

Les Alytes. — L'*Alytes obstetricans* est appelé improprement le Crapaud accoucheur, car il est fort voisin du Discoglosse et très différent, au contraire, des véritables Crapauds. Toutes les parties supérieures de son corps sont couvertes de petites pustules qui, particulièrement nombreuses pour chacun des flancs, y dessinent une sorte de ligne glandulaire.

De ce qui a trait à la coloration je dirai seulement que l'Alyte accoucheur présente parfois, sur le milieu du dos, une tache blanche rappelant celle que nous avons déjà rencontrée chez le Discoglosse ; ce caractère est plus facile à observer chez l'*A. Cister-nasi* de la Péninsule ibérique. M. Boulenger a beaucoup insisté,

dans l'un de ses ouvrages (1), sur ce caractère qui montre bien les étroites affinités des genres *Discoglossus* et *Alytes*.

Lorsqu'on l'irrite, l'Alyte sécrète un venin qui répand une forte odeur d'ail et provoque des éternuements et du larmolement. Ce venin est un venin muqueux, mais ses propriétés irritantes et son odeur semblent tenir à son mélange intime avec de très petites quantités de venin granuleux. Son action physiologique a été étudiée par MM. Sauvage (2), Phisalix (3) et Gidon (4).

Inoculé à des Grenouilles, il arrête la respiration, produit des vomissements, de la paralysie et l'arrêt du cœur en diastole. Injecté dans le muscle pectoral d'un Moineau, il produit rapidement la mort; injecté dans la veine marginale de l'oreille d'un Lapin, il produit de la somnolence et une parésie passagère non suivie de mort.

Les Sonneurs. — Les Sonneurs sont des petits Batraciens aux mœurs aquatiques, communs dans certaines mares. En Europe, ils sont représentés par le *Bombinator igneus* et le *B. pachypus*, que plusieurs zoologistes considèrent comme deux espèces distinctes, mais qui sont fort voisins et donnent par croisement naissance à des hybrides féconds. Ils ont le dessus du corps grisâtre, couvert de pustules glandulaires nombreuses; leur face ventrale est vivement bariolée de rouge ou de jaune et de noir bleuâtre. Il semble que ces brillantes couleurs jouent un rôle efficace dans la défense des Sonneurs, et que ces petits êtres en aient conscience: car lorsqu'il sont surpris hors de l'eau, leur élément favori, ils restent figés sur place, relevant fortement la tête en arrière comme pour présenter la plus large surface possible de leur ventre *couleur de feu* aux regards de l'agresseur; en même temps ils se mettent les poings sur les yeux dans une attitude bien étrange.

(1) BOULENGER, *The tailless Batrachians of Europe*, part. I. London, 1897.

(2) SAUVAGE, Sur l'action du venin de quelques Batraciens de France. *Ass. fr. pour l'av. des sc.* Session de Montpellier, 1879.

(3) Les expériences de cet auteur sont rapportées dans la thèse de M. Gidon et dans la note suivante de M^{me} PHISALIX: Action physiologique du venin muqueux des Batraciens et en particulier des Discoglossidae. *Bull. du Muséum*, t. XIV, 1908.

(4) GIDON, *Venins multiples*, etc. (*loc. cit.*), pp. 50-54.

On ne connaît aucun Vertébré qui mange ou qui attaque les *Bombinator*. M. Gadow (1) en a conservé pendant plusieurs années dans un bassin où vivaient également des Tortues d'eau, des Crocodiles et diverses espèces de Serpents : dans les mêmes conditions, aucun autre Batracien n'aurait survécu. M. Gadow a vu des Tortues d'eau affamées poursuivre des *Bombinator*, toucher la proie convoitée de leur nez, et s'en éloigner aussitôt.

Si efficace à l'égard des animaux Vertébrés, la sécrétion cutanée des Sonneurs ne les protège pas contre les attaques de certains parasites externes d'une nature bien inaccoutumée : M. Fatio (2) a souvent observé des Sonneurs dont les doigts étaient mutilés, pincés entre les deux valves de Cyclades : l'éminent zoologiste suisse dit que ces Mollusques ne lâchent prise que quand la partie pincée est coupée ou s'est détachée par suite de l'arrêt de la circulation. Il ajoute qu'il a rencontré aussi des Tritons dont les extrémités étaient saisies, ou déjà amputées, par les mêmes Mollusques.

Les Sonneurs exhalent une odeur âcre des plus pénétrantes, et les principes volatils dont l'émission accompagne celle de leur venin muqueux sont fortement sternutatoires. Les premières expériences sur le venin des Sonneurs sont dues à Laurenti (3), qui le considère comme un poison narcotique : cet auteur rapporte que des Lézards envenimés, qui avaient eu de la faiblesse, des lipothymies et que l'on croyait morts, étaient redevenus sains et alertes le lendemain.

M. et Mme Phisalix (4) ont repris récemment l'étude de ce venin. Inoculé à des Grenouilles, il produit de la stupeur, de la paralysie, et l'arrêt du cœur en diastole.

M. Proscher (5) a extrait de la peau du *Bombinator igneus* une substance douée de propriétés hémolytiques puissantes et qui est très semblable aux toxines vraies : il l'a appelée la *phrynolysine*.

(1) GADOW, *Amphibia and Reptiles*, pp. 156-157.

(2) FATIO, *Faune des Vertébrés de la Suisse*, vol. III. *Reptiles et Batraciens*, pp. 373 et 461. Genève et Bâle, 1872.

(3) LAURENTIUS, *Specimen medicum*, etc. (*loc. cit.*), pp. 131-133.

(4) M^{me} PHISALIX, Action physiologique, etc. (*loc. cit.*). *Bull. du Muséum*, 1908.

(5) PROSCHER, Zur Kenntniss des Krotengiftes. *Beitr. zur Chem. Physiol. u. Pathol.*, 1902.

Le chauffage au-dessus de 56°, la lumière, l'alcool, les acides minéraux, la trypsine, la pepsine détruisent la phrynolysine en très peu de temps. Cette substance n'est pas dialysable ; sa réaction est faiblement acide. Elle dissout les globules rouges d'un grand nombre de Vertébrés. Une substance douée de propriétés analogues semble exister aussi dans la peau du Crapaud commun, mais l'étude n'en a été qu'ébauchée par l'auteur.

Les Pélobates. — Les Pélobates sont de curieux Batraciens fouisseurs dont le crâne, fortement ossifié et renforcé d'os dermiques, fait penser un peu à celui des Stégocéphales permien et triasiques, et dont le premier os cunéiforme se développe en un fort ergot aplati et tranchant, recouvert d'un étui de substance cornée brune ou noire, que ces animaux utilisent comme une sorte de pelle pour fouir la terre ou le sable des dunes.

J'ai entendu dire par M. le Professeur Vaillant que le *Pélobates fuscus* était encore assez commun, il y a une vingtaine d'années, aux environs de Paris, mais qu'il est actuellement devenu impossible de l'y trouver ; il existe encore en Allemagne ainsi qu'en certaines régions d'Italie. Le *P. cultripès* habite les dunes de la Loire-Inférieure, du Midi de la France et de la Péninsule ibérique. Une troisième espèce, le *P. syriacus*, habite l'Asie Mineure et la Syrie.

La peau des Pélobates est presque complètement lisse. Leur venin est un venin muqueux, qui paraît être beaucoup plus actif chez le Pélobate brun que chez le Pélobate cultripède.

Le venin de Pélobate cultripède (1), injecté à des Insectes (Hydrophiles et Dytiques) dans la cavité générale, à des Crustacés Décapodes (Crabes, Écrevisses) dans la chambre branchiale ou les muscles de l'abdomen, détermine rapidement des phénomènes paralytiques suivis de mort. Chez les petits Mammifères (Souris) (2), et aussi chez les Reptiles (Lézards et Vipères), inoculés sous la

(1) M^{me} PHISALIX et G. DEHAUT, Action physiologique du venin muqueux d'un Batracien Anoure, le *Pélobates cultripès*. *C. R. Soc. Biol.*, t. XLVI, 1909.

(2) Je dois modifier ici, en ce qu'elle a de trop absolu, cette opinion que nous avions émise que le venin de Pélobate cultripède n'est pas mortel pour les Souris chez lesquelles il provoquerait seulement une action digestive locale avec chute des

peau ou dans le péritoine, on observe de la somnolence, de la paralysie, un ralentissement très marqué des mouvements de la respiration et l'arrêt du cœur en diastole. Mais ce venin est très peu toxique pour les Mammifères de la taille du Lapin et pour les Batraciens. Je l'ai inoculé en quantités relativement très fortes à des Grenouilles, des Crapauds calamites, des Pélodytes et des Tritons palmés sans jamais provoquer d'accident de quelque gravité; tout au plus ai-je noté, chez certains sujets, de la parésie qui ne durait que fort peu de temps. Chez le Lapin il faut, pour provoquer une intoxication mortelle, injecter de très fortes doses dans les veines; en opérant ainsi la mort survient lentement, au bout de plusieurs jours. Ainsi la différence est grande entre le pouvoir toxique de ce venin et celui des venins muqueux de Triton crêté, d'*Euproctus montanus* et de Discoglosse.

Le venin du Pélobate brun paraît être beaucoup plus actif que celui du Pélobate cultripède. M. Sauvage (1) a montré qu'il peut tuer une Souris en une demi-heure, en produisant des efforts de vomissement, des convulsions, de la paralysie.

Le Pélobate cultripède n'exhale son odeur caractéristique que lorsqu'il a été longtemps irrité. Cette odeur rappelle un peu celle de la Couleuvre à collier, mais elle est beaucoup plus faible et disparaît rapidement à l'air. Roesel (2) dit que l'odeur du Pélobate brun rappelle celle de l'ail, semblant mêlée quelquefois à celle de la poudre à canon ou du gaz acide sulfhydrique, et qu'elle affecte non seulement l'odorat mais agit même sur les yeux.

Les Grenouilles. — Les différentes espèces du genre des Grenouilles présentent de grandes variations dans la distribution de leurs glandes cutanées : chez la *Rana mugiens*, qui habite les États-Unis, on observe au-dessus du tympan un repli glandulaire bien poils, suivie de cicatrisation fibreuse. J'ai observé depuis que les Souris peuvent être beaucoup plus sensibles à ce poison que nous ne le pensions d'abord, et qu'elles meurent avec des doses de venin assez faibles. Toutefois la mort de ces animaux ne survient qu'au bout de plusieurs jours.

(1) SAUVAGE, Sur l'action du venin de quelques Batraciens de France. *Ass. fr. pour l'av. des sc.* Session de Montpellier, 1879.

(2) In DUMÉRIL et BIBRON, *Erpétologie générale*, t. VIII, p. 480.

marqué, s'étendant de l'angle postérieur de l'orbite jusqu'à la région scapulaire; la *R. temporaria* et la *R. esculenta*, espèces indigènes, présentent de chaque côté du dos un long cordon glanduleux et, chez la *R. palustris* de l'Amérique du Nord, on observe de chaque côté deux semblables replis, au lieu d'un seul; chez la *R. tigrina* des Indes Orientales, ces replis glandulaires se multiplient et on en voit sur tout le dos, mais en même temps qu'ils sont devenus plus nombreux ils sont devenus plus petits, et il n'y a pas loin de ces formations aux pustules ovalaires ou oblongues qui caractérisent la *R. rugosa* du Japon.

Tous les naturalistes connaissent cette sensation de brûlure que l'on éprouve bien souvent à la peau des mains et à la conjonctive lorsque l'on manipule des Grenouilles vertes. En même temps ces Batraciens dégagent une odeur très désagréable, qui rappelle celle des Coccinelles.

Le venin granuleux de la Grenouille verte est acide, son venin muqueux alcalin. On peut observer ces réactions non seulement sur les venins eux-mêmes, mais à la surface des régions où ces sécrétions sont élaborées en plus grande abondance : ainsi la réaction des gros bourrelets glandulaires longitudinaux est acide, tandis que celle de la peau du ventre est alcaline (1).

Paul Bert (2) a étudié les propriétés physiologiques du venin granuleux en l'inoculant à un Chardonneret. Il a montré que ce venin produit des convulsions, de la paralysie, et arrête le cœur en systole. Pour cette expérience, Paul Bert avait délayé dans de l'eau distillée le venin obtenu en raclant le tégument dorsal de plusieurs Grenouilles vertes : il opérait donc en réalité avec un mélange de venin granuleux et de venin muqueux, mais les effets du venin granuleux étaient prédominants, car M. Gidon (3) a montré que le venin muqueux, lorsqu'il est suffisamment pur, arrête le cœur en diastole.

(1) HERMANN, Ueber die Secretionsströme und die Secretreaction der Haut bei Fröschen. *Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol.* Bd. XVII, 1878.

(2) P. BERT, Venin cutané de la Grenouille. *C. R. Soc. Biol.* t. XXXVII, 1885.

3) GIDON, *Venins multiples*, etc., (*loc. cit.*), p. 41.

La Grenouille rousse, si voisine de la Grenouille verte par ses caractères morphologiques, en diffère beaucoup par sa physiologie : comme le Protée parmi les Urodèles, elle est dépourvue de venin. On peut injecter à très forte dose du mucus cutané de Grenouille rousse dans les veines d'un Lapin sans déterminer le moindre symptôme d'envenimation. Laurenti (1) dit que des Lézards, animaux très sensibles aux venins de Batraciens, peuvent mordre la Grenouille rousse sans en éprouver aucun accident; il dit aussi avoir forcé un Chien à boire l'eau où l'on avait conservé plusieurs de ces Grenouilles, et qu'à la suite de cette manœuvre le Chien n'avait absolument rien présenté d'anormal.

Les Rainettes. — Les Rainettes se distinguent de toutes les formes précédemment étudiées par leurs mœurs arboricoles ; leurs doigts sont dilatés en disques adhésifs à leur extrémité. Parmi les nombreuses espèces que renferme ce genre, je citerai seulement : la *Hyla versicolor* de l'Amérique du Nord dont le dos est parsemé de pustules petites et nombreuses rappelant celles des Alytes (à cause de cela, les Anglais la désignent sous le nom caractéristique de *Tree-toad*) ; la Rainette verte (*H. arborea*), seul représentant du groupe en Europe, et qui a la peau lisse ; la peau est également lisse chez la *Hyla Jacksoniensis* d'Australie, dont les flancs sont ornés d'une bande longitudinale de couleur claire parfois, mais considérée à tort comme un cordon glandulaire analogue à celui des Grenouilles.

Lorsqu'elle est irritée ou blessée, la Rainette verte se couvre d'un venin muqueux, caustique, dont on a comparé l'odeur à celle que dégagent les Fourmis. Suivant M. Gidon (2), ce venin abolit les mouvements de la respiration, produit des vomissements, de la stupeur, et arrête le cœur en diastole. Ces phénomènes sont caractéristiques de l'envenimation chez les Grenouilles et les Souris ; mais si l'on inocule le venin de la Rainette à la Rainette elle-même, les phénomènes, dit M. Gidon, sont absolument différents : l'animal

(1) LAURENTIUS, *Specimen medicum*, etc. (*loc. cit.*), p. 136.

(2) GIDON, *Venins multiples*, etc. (*loc. cit.*), pp. 44-49.

paraît hyperesthésié et pousse des cris de douleur. Ce fait peut paraître paradoxal. Peut-être l'insensibilité remarquable des Batraciens à leurs propres venins en est-elle la cause : la Rainette verte échappe à l'action stupéfiante de son venin muqueux, il n'est pas surprenant, par suite, qu'elle ressente davantage les effets des substances irritantes qui l'accompagnent. Mais je ne présente cette supposition qu'avec la plus grande réserve.

M. Leydig (1) raconte que des Rainettes vertes qu'il avait reçues de Cagliari surpassaient de beaucoup par leur causticité les Rainettes que l'on trouve en Allemagne. L'un de ces animaux, effrayé (on l'avait saisi à la main), dégageait une odeur aussi pénétrante que celle du *Bombinator igneus* et cautérisait fortement la main qui le tenait ; mais, après quatre mois de séjour à Tübingen, cette causticité exaltée des Rainettes de Sardaigne avait complètement disparu. M. Leydig en conclut que la latitude peut exercer une influence marquée sur les propriétés irritantes des venins (2).

Le *Dendrobates tinctorius*. — Le *Dendrobates tinctorius* est désigné sous le nom impropre de « Raine à tapirer », car bien que l'extrémité de ses doigts et de ses orteils soit dilatée en forme de disque, ses caractères anatomiques le rapprochent plutôt des Grenouilles. Ce petit Batracien des forêts de l'Amérique du Sud présente de très nombreuses variétés de coloration, dont plusieurs sont absolument magnifiques. Un grand nombre d'individus ont le dos jaune citrin, le ventre et les membres uniformément noirs ; chez d'autres, de grandes taches foncées, sur les parties supérieures du corps, contrastent vivement avec un fond de couleur rouge ou jaune ; on connaît aussi des *Dendrobates* qui sont entièrement noirs. Cette espèce a été rapportée à tort, par plusieurs auteurs,

(1) LEYDIG, Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. *Arch. f. mikr. Anat.* bd., XII, 1876.

(2) Je n'ai pas retrouvé ces particularités, décrites par M. Leydig, chez les Rainettes que j'ai pu observer aux environs d'Ajaccio, ou que l'on m'a adressées à Paris de cette localité. Les Rainettes de Corse appartiennent, comme celles de Sardaigne, aux variétés désignées sous les noms de *Ilyla Savignyi* et de *I. japonica*.

au genre *Phyllobates*, sous le nom de *Ph. chocoensis* ou de *Ph. melanorhinus*.

Claude Bernard connaissait le venin du *Dendrobates tinctorius*, mais il le considérait comme étant celui d'un Crapaud : « Je tiens de M. Roulin, écrit-il (1), qu'à certaines époques de l'année les Indiens vont à la chasse aux Crapauds. Ils sont armés de longues brochettes, avec lesquelles ils transpercent les Crapauds au fur et à mesure qu'ils les rencontrent. Ils en chargent quelquefois ainsi plusieurs brochettes. Quand la chasse est finie, ils exposent celles-ci autour d'un feu qui ne doit pas rôtir les Crapauds, mais déterminer seulement une excitation, sous l'influence de laquelle la peau sécrète une humeur qu'on ramasse avec de petits couteaux de bois et qui se conserve dans de petits pots. Les dards qu'on veut empoisonner sont alors trempés dans ce jus de Crapaud et mis à sécher au soleil, en fixant leur extrémité non effilée dans des boulettes de terre glaise. Ce venin de Crapaud a les mêmes propriétés que le curare ordinaire. M. Roulin dit que les Indiens se servent souvent de flèches ainsi préparées pour tuer les Singes, dont ils sont très friands, et qu'ils mangent ensuite sans inconvénient. »

La peau du *Dendrobates tinctorius* est absolument lisse, et pourtant les propriétés chimiques et physiologiques du venin qu'elle sécrète, étudiées par MM. Posada-Arango et Arronssohn (2), montrent qu'il s'agit d'un venin granuleux, analogue à celui des pustules des Crapauds et des Salamandres terrestres. Le venin forme à la surface des flèches empoisonnées un enduit gris ou noir, inodore, mais fortement sternutatoire et d'une saveur âcre. Il doit ses propriétés toxiques à un alcaloïde phosphoré mais non oxygéné, qui a reçu le nom de *batracine* ; il contient en outre une matière résineuse inerte. Son action est très analogue à celle du curare,

(1) CL. BERNARD, *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses*, p. 255. Paris, 1857.

(2) POSADA-ARANGO, Le poison de Rainette des sauvages du Choco. *Arch. de Méd. navale*, 1871.

Voy. aussi : ESCOBAR, Sur une Rainette de la Nouvelle-Grenade qui sécrète un venin dont les Indiens se servent pour empoisonner leurs flèches. *C. R. Ac. Sc.*, t. LXVIII, 1869.

car elle porte sur les organes du mouvement, non sur ceux de la sensibilité.

Il est mortel pour les grands Mammifères : pour le Jaguar comme pour l'Homme. Les Indiens ne connaissent aucun antidote et, quand ils se blessent accidentellement, ils en sont réduits à couper la partie où le dard a pénétré.

CHAPITRE IV

DE LA SÉCRÉTION INTERNE DES GLANDES CUTANÉES CHEZ LES BATRACIENS ET DE L'IMMUNITÉ NATURELLE DE CES ANIMAUX CONTRE LEURS PROPRES VENINS ET D'AUTRES POISONS.

Les diverses espèces du groupe des Batraciens présentent à l'égard de leurs propres venins une immunité naturelle très grande et, lors des premières recherches expérimentales entreprises sur ce sujet, Vulpian a même pu croire cette immunité absolue. Mais plus tard, Claude Bernard (1) a montré que les Crapauds succombent à l'action de leur propre venin et que leur résistance est seulement beaucoup plus grande que celle des Grenouilles, sans être absolue ; et bientôt les faits que Claude Bernard avait mis en lumière pour le cas particulier des Crapauds ont été étendus aux autres Batraciens par Vulpian lui-même (2). En réalité, une partie seulement des expériences de Claude Bernard sont réellement démonstratives, car l'illustre physiologiste, ignorant la véritable nature du venin de Batracien, dont les Indiens de l'Amérique du Sud enduisent les pointes de leurs flèches (3), avait inoculé ce venin à des *Bufo*. Il avait vu mourir les animaux ainsi inoculés : cela ne signifie pas grand'chose, et ses seules expériences véritablement démonstra-

(1) CL. BERNARD, *Leçons de Pathologie expérimentale*, pp. 153 et 524-527. Paris, 1872.

(2) VULPIAN, Note relative à l'action du venin des Batraciens venimeux sur les animaux qui le produisent. *C. R. Soc. Biol.*, t. XVI, 1864.

(3) Voyez p. 54.

tives sont celles où il avait inoculé du venin de *Bufo* à des *Bufo* : celles-là seules établissent que le Crapaud peut être empoisonné par le venin de Crapaud.

Quoiqu'elle ne soit pas absolue comme on le pensait tout d'abord, l'immunité naturelle des Batraciens est cependant très grande. Pour donner une idée de la puissance de cette immunité, je dirai que la Salamandre terrestre est :

12 fois plus résistante que la Grenouille,

160 fois plus résistante que la Souris,

200 fois plus résistante que le Chien

au chlorhydrate de salamandrine, et que le Crapaud est :

500 fois plus résistant que la Grenouille

à la bufotaline (1).

Claude Bernard enseignait que ce fait que les fibres musculaires des Crapauds sont beaucoup moins excitables que celles des Grenouilles suffit à rendre compte de l'insensibilité relative des Crapauds à leur venin (2). Cette manière de voir nous semble bien singulière aujourd'hui.

On sait que les Serpents venimeux présentent, comme les Batraciens, à l'égard de leurs propres venins, une immunité naturelle très grande. Or Brown-Séquard (3) a montré que l'ablation des glandes à venin chez le Serpent à sonnettes a pour effet d'abolir l'insensibilité de cet animal à son propre venin. Par analogie, il est permis de croire que l'immunité naturelle des Batraciens est corrélative de la sécrétion interne de leurs glandes à venin.

La preuve que les glandes à venin des Batraciens, comme celles des Serpents, sont réellement des glandes à sécrétion interne, a été donnée par MM. Phisalix et Bertrand (4). Ces physiologistes ont montré que le venin et le sang du Crapaud, inoculés à des Gre-

(1) PHISALIX, Les venins considérés au point de vue de la Biologie générale et de la Pathologie comparée. *Rev. gén. des Sc.*, 30 juillet 1903.

(2) CL. BERNARD, *Loc. cit.*, p. 293.

(3) Cité par MM. Phisalix et Bertrand.

(4) PHISALIX et BERTRAND, Recherches sur la toxicité du sang du Crapaud commun. *Arch. de Physiol. norm. et path.*, 5^e série, t. V, 1893.

nouilles, produisent les mêmes effets : paralysie du train postérieur, rétrécissement de la pupille et arrêt du cœur en systole.

Mais le venin n'existe pas seulement dans le sang du Crapaud, il existe aussi dans sa lymphe et même en quantité un peu plus forte. Les recherches de M. Ranvier ayant démontré que les glandes à venin sont entourées d'un réseau lymphatique aussi développé que le réseau sanguin (1), on peut en conclure qu'une partie au moins du venin qui existe dans la lymphe y est versé directement et ne vient pas du sang (2).

Mme Phisalix (3) a montré qu'il existe dans le sang de la Salamandre terrestre un poison convulsivant très semblable au venin granuleux. Certains symptômes indiquent qu'il existe aussi dans ce sang une petite quantité de poison sécrété par les glandes muqueuses.

Malgré la continuité de la sécrétion interne le venin ne s'accumule pas dans le sang. Ainsi le sang d'un Crapaud renferme une dose de venin suffisante pour tuer trois ou quatre Grenouilles, jamais plus. Le venin disparaît donc en grande partie au fur et à mesure qu'il entre dans le sang : il est en partie *détruit* par le sang, car si l'on injecte dans le sac lymphatique dorsal d'un Crapaud 25 à 30 milligrammes de bufotaline et que l'on sacrifie l'animal au bout d'un temps variable, on constate que cinq ou six heures après l'inoculation le sang n'est pas plus toxique qu'à l'état normal ; il est en partie *éliminé* par l'urine, car si l'on injecte dans le péritoine d'une Grenouille de l'urine de Crapaud, la Grenouille meurt avec les symptômes caractéristiques de l'envenimation par le venin de Crapaud (4).

Au moment du frai, nous apprend encore M. Phisalix (5), les poisons fabriqués par les glandes cutanées et transportés par le sang dans les tissus de l'ovaire se fixent sur les cellules germina-

(1) Voy. Chap. I., p. 10.

(2) PHISALIX, *Rev. gén. des Sc. (loc. cit.)*, 1903.

(3) M^{me} PHISALIX, *Recherches embryologiques, etc. (loc. cit.)*, pp. 123-126.

(4) PHISALIX, *Rev. gén. des Sc. (loc. cit.)*, 1903.

(5) PHISALIX, Corrélations fonctionnelles entre les glandes à venin et l'ovaire chez le Crapaud commun. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXVII, 1903.

tives pour contribuer à la formation des œufs : l'extrait chloroformique d'œufs de Crapaud extraits de l'abdomen au moment de la ponte, inoculé à des Grenouilles, produit les mêmes effets que le venin parotidien (bufotaline et bufoténine); mais l'extrait chloroformique des têtards de Crapaud est dépourvu de toute toxicité. Ainsi les poisons contenus dans l'œuf disparaissent dans les premières phases du développement embryonnaire, et la réapparition des substances toxiques est corrélative du développement des glandes à venin.

En effet la venimosité des larves de Batraciens est beaucoup moindre que celle de ces animaux parvenus à l'état adulte. Les larves sont d'abord entièrement dépourvues de venin; puis la sécrétion de leurs glandes muqueuses acquiert ses propriétés caractéristiques; mais ce n'est que beaucoup plus tard que les jeunes Batraciens élaborent un venin granuleux véritablement actif. Par suite, si la résistance des Batraciens à leurs propres poisons résulte de la sécrétion interne de leurs glandes à venin et de l'accoutumance qui en est une conséquence directe, leurs larves doivent se comporter à l'égard de ces substances toxiques comme des animaux d'espèce différente. C'est en effet ce qui a lieu : M. Kobert (1) l'a montré pour les larves de l'*Alytes obstetricans* et M. Phisalix (2) pour celles de la *Salamandra maculosa*. Si on ajoute un peu de chlorhydrate de salamandrine à l'eau d'un cristalliseur où l'on a mis des larves de Salamandre terrestre, les larves se montrent très sensibles au poison et meurent (absorption branchiale et cutanée).

A l'immunité naturelle des Batraciens se rattache intimement, sous le rapport des mécanismes physiologiques, l'immunité acquise que l'on peut conférer à différents animaux en leur injectant des doses progressivement croissantes de venin. C'est en opérant de cette manière que M. Fornara (3) est parvenu à immuniser des Chiens contre le venin granuleux du Crapaud et que, plus récem-

(1) KOBERT, Giftabsonderung der Krotten. *Sitzungsb. der Naturf.-Gesellsch. bei der Univ. Dorpat.*, 1889.

(2) PHISALIX, Nouvelles expériences sur le venin de Salamandre terrestre. *C. R. Ac. Sc.*, t. CIX, 1889.

(3) FORNARA, Sur les effets physiologiques du venin de Crapaud. *Journ. de Thérap.*, t. IV, 1877.

ment, M. Phisalix a obtenu des résultats analogues avec la salamandrine du venin granuleux de la Salamandre terrestre (1) et avec le venin muqueux de la Grande Salamandre du Japon (2). M. Proschner (3) a aussi immunisé des Lapins contre la phrynolysine du *Bombinator igneus* : le sérum de ces animaux était devenu antihémolytique, et le plus fort sérum obtenu a pu préserver un Mouton d'une dose de phrynolysine double de la dose hémolytique.

On sait que certains animaux, qui n'appartiennent pas à la classe des Batraciens, présentent pourtant une immunité naturelle très grande aux venins des Batraciens : le Hérisson parmi les Mammifères, les Couleuvres et les Vipères parmi les Reptiles, sont dans ce cas. Il existe dans le sang de ces animaux des substances toxiques et des substances antitoxiques qui ont été étudiées par MM. Phisalix et Bertrand et par M. Calmette : ces substances jouent certainement un grand rôle dans les mécanismes de l'immunité de ces êtres. Par exemple, Mme Phisalix (4) a montré que l'échidnotoxine, poison paralysant qui existe dans le sang des Couleuvres et des Vipères se comporte vis-à-vis de la salamandrine, poison convulsivant, comme un antagoniste physiologique : c'est grâce à l'échidnotoxine de leur sérum sanguin que les Couleuvres peuvent manger impunément des Salamandres terrestres, proies très redoutables pour la plupart des animaux carnassiers. Si l'on injecte à un Cobaye le mélange, en certaine proportion, de chlorhydrate de salamandrine et de sérum de Serpent non chauffé, le Cobaye n'éprouve pas d'accidents ; mais si l'on détruit préalablement l'échidnotoxine par la chaleur, ce mélange de sérum chauffé et de salamandrine détermine tous les symptômes caractéristiques de l'intoxication salamandrique.

(1) PHISALIX, *C. R. Ac. Sc. (loc. cit.)*, 1889.

(2) PHISALIX, Propriétés immunisantes du venin de Salamandre du Japon vis-à-vis du venin de Vipère. *Soc. Biol.*, t. XLIX, 1897.

(3) PROSCHNER, Zur Kenntniss des Krotengiftes. *Beitr. zur Chem. Physiol. u. Pathol.*, 1902.

(4) M^{me} PHISALIX, Immunité naturelle des Vipères et des Couleuvres contre les venins des Batraciens et en particulier contre la salamandrine. *Journ. de Physiol. et de Path. générale*, septembre 1909.

Mais l'insensibilité des Serpents aux venins muqueux semble résulter des analogies mêmes qui existent entre ces sécrétions toxiques et leurs venins : vaccinés à l'égard de leur propre venin, on peut supposer qu'ils le sont aussi contre le venin muqueux des Batraciens dont ils font leurs proies. J'ai déjà rappelé que les animaux vaccinés contre le venin muqueux de la Grande Salamandre du Japon le sont également contre le venin de Vipère.

Vulpian (1), puis M. Kobert (2) ont observé que les Crapauds sont très résistants aux poisons du groupe de la digitaline : les grandes ressemblances qui existent entre l'action du venin des Crapauds et celle de la digitaline semblent en être cause, car les Grenouilles et les Tritons, très sensibles à la digitaline, le sont également au venin de Crapaud.

Un fait plus surprenant a été découvert par MM. Phisalix et Contejean (3). Ces savants ont montré que le sang de la Salamandre terrestre renferme une substance qui est antitoxique du curare, auquel cet animal est très résistant ; en inoculant à des Grenouilles du sang de Salamandre, puis vingt-quatre heures après une solution de curare, ils ont constaté que les Grenouilles ainsi préparées peuvent supporter 0^{mgr}, 39 de curare, dose six fois mortelle.

Les Grenouilles jouissent de la singulière faculté de pouvoir ingérer sans inconvénient des Coléoptères vésicants (4) ; la chair de ces Batraciens détermine alors chez les personnes qui en font usage les symptômes habituels de l'intoxication cantharidique, et ce fait a été observé plusieurs fois par les médecins de notre armée d'Afrique (5). Mais les Batraciens ne sont pas toujours à l'abri des

(1) VULPIAN, De l'action de la digitaline sur les Batraciens. *C. R. Soc. Biol.*, t. VIII, 1856.

(2) KOBERT, Giftabsonderung der Krotten (*loc. cit.*), Dorpat, 1889.

(3) PHISALIX et CONTEJEAN, Sur les propriétés antitoxiques du sang de Salamandre terrestre vis-à-vis du curare. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXIX, 1894.

(4) Parmi les Mammifères, le Hérisson présente la même particularité physiologique, comme le fait a été signalé par Pallas. (Cuvier, *le Règne animal distribué d'après son organisation. Les Mammifères*, p. 450, en note.)

(5) MEYNIER, Empoisonnement par la chair de Grenouilles infectées par des

effets des substances toxiques que secrètent les Invertébrés dont ils font leurs proies. Une Rainette verte à laquelle M. Brumpt, qui a bien voulu me faire part de son observation, avait donné pour nourriture des larves de *Chrysomelidæ*, est morte peu de temps après avoir mordu l'une d'elles; les larves dont je parle présentent de chaque côté du corps une série d'orifices glandulaires d'où s'écoule une substance toxique, à odeur d'essence d'amandes amères caractéristique. M. Conradi (1) raconte qu'aux États-Unis les Crapauds mangent souvent des Hétéroptères appelés *Anasa tristis*; mais parfois, lorsque ces Insectes déchargent contre un Crapaud, sous forme de vapeurs irritantes, leur sécrétion anale, le Crapaud tombe dans un état de stupeur qui peut se terminer par la mort: « l'effet, dit M. Conradi, est semblable à celui du chloroforme ». Le même auteur ajoute que les Grenouilles aussi sont tuées par cette sécrétion, tandis que les Serpents sont insensibles à son action.

Insectes du genre *Mylabris* de la famille des Méloïdes. *Arch. méd. milit.*, t. XXII, 1893.

VÉZIEN, Cystite cantharidienne causée par l'ingestion de Grenouilles. *Mém. méd. milit.*, 3^e sér., t. IV, 1861.

(1) CONRADI, Toads killed by Squash-Bugs, *Science*, vol. XIV, pp. 816-1817, 1901.

CONCLUSIONS

Dans la classe des Batraciens, deux sortes de glandes cutanées sont également aptes à produire des venins : on les désigne sous les noms de glandes granuleuses et de glandes muqueuses, ou bien de grosses et de petites glandes. Le plus souvent les glandes muqueuses seules remplissent effectivement cette fonction de défense, les glandes granuleuses sécrétant seulement les principes odorants et irritants du venin ; mais c'est précisément l'inverse qui a lieu chez quelques genres de Batraciens, notamment chez les Salamandres terrestres et les Crapauds : ces animaux, pourvus de venins granuleux extrêmement toxiques, ne possèdent que des venins muqueux peu actifs.

La *Rana temporaria* et le Protée sont entièrement dépourvus de venin. Tandis que le Protée ne possède que des glandes muqueuses, la *Rana temporaria* possède des glandes granuleuses et des glandes muqueuses. Ainsi, contrairement à ce que l'on pensait autrefois, non seulement les glandes granuleuses ne sont pas les seules glandes vénénières des Batraciens, mais encore leur sécrétion peut être dépourvue de propriétés venimeuses.

Le venin muqueux agit sensiblement de la même manière chez la plupart des espèces : c'est un poison stupéfiant, paralysant et diastolique. Généralement, il ne détermine pas de convulsions ou provoque seulement de légères secousses musculaires, mais les venins muqueux d'*Euproctus montanus* et de *Discoglossus pictus*

provoquent cependant des convulsions cloniques très violentes (1).

Le venin granuleux présente suivant les espèces une diversité d'action bien plus grande, car il agit d'une façon analogue à la strychnine chez les Salamandres terrestres, à la digitaline chez le Crapaud commun, au curare chez le *Dendrobates tinctorius*.

Les propriétés générales des venins muqueux rapprochent ces substances des venins de nature albuminoïde et diastatique tels que ceux des Serpents. Souvent, ils sont détruits par l'ébullition.

Les venins granuleux sont au contraire des poisons chimiques proprement dits, dans le sens que M. Armand Gautier (2) donne à cette expression, car ils doivent leur toxicité à des substances non protéiques, dépourvues de propriétés diastatiques, agissant proportionnellement à leur poids et résistant à l'action de la chaleur. En cela, ils se rapprochent beaucoup plus de certains poisons végétaux que des venins de Serpents: M. Faust a montré que les alcaloïdes du venin granuleux de la Salamandre terrestre sont des dérivés de la quinoléine.

Les Batraciens présentent à l'égard de leurs propres venins une immunité naturelle très grande, et cette immunité est corrélative de la sécrétion interne de leurs glandes à venin.

(1) M^{me} Phisalix vient de publier les résultats d'expériences nombreuses, effectuées avec le venin muqueux de différentes espèces et sur des animaux réactifs très divers. Ses recherches paraissent indiquer que les propriétés convulsivantes de certains mucus sont dues à leur mélange avec de très petites quantités de venin granuleux (Action physiologique du mucus des Batraciens, etc.; — Immunité naturelle des Batraciens et des Serpents, etc., *loc. cit.*, *Bull. du Muséum*, t. XVI, 1910.)

(2) A. GAUTIER, *les Toxines microbiennes et animales*, Paris, 1896.

ADDITION

PAGE 26. — Etant à Cagliari au moment où je corrige les épreuves de cette étude, il m'a été possible de me procurer plusieurs spécimens d'*Euproctus Rusconii* et de les disséquer. J'ai constaté que cet Urodèle est, comme l'*E. Montanus* de Corse, entièrement dépourvu de poumons.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
AVANT-PROPOS	v
CHAPITRE PREMIER. — DES GLANDES DE LA PEAU DES BATRACIENS ET PRINCIPALEMENT DE CELLES QUI SÉCRÈTENT DES VENINS	
Considérations générales sur les glandes de la peau dans les trois classes des Hématocrya.	1
Différentes formes de glandes cutanées, chez les Batraciens.	2
Glandes muqueuses et glandes granuleuses.	3
Pore glandulaire	6
Canal excréteur.	6
Acinus	7
Développement	9
Irrigation sanguine et lymphatique	9
Innervation	10
CHAPITRE II. — LES URODÈLES ET LEURS VENINS.	13
Les Salamandres terrestres	13
Les Tritons	20
Les Euproctes	24
Le Spelerpes fuscus	29
Le Tritomegas Sieboldi.	30
Un Urodèle sans venin : le Protée	31
L'Axolotl	31
CHAPITRE III. — LES ANOURES ET LEURS VENINS	33
Les Crapauds.	33
Le Discoglosse peint	41
Les Alytes.	43

	Pages.
Les Sonneurs	44
Les Pélobates	46
Les Grenouilles.	47
Les Rainettes.	49
Le Dendrobates tinctorius	50
CHAPITRE IV. — DE LA SÉCRÉTION INTERNE DES GLANDES CUTANÉES CHEZ LES	
BATRACIENS ET DE L'IMMUNITÉ NATURELLE DE CES ANIMAUX CONTRE LEURS	
PROPRES VENINS ET D'AUTRES POISONS	53
CONCLUSIONS	60

ERRATUM

Page 49, lignes 22 et 23, lire :

sont ornés d'une bande longitudinale de couleur claire, considérée parfois, mais à tort, comme un cordon glandulaire analogue à celui des Grenouilles.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

3 9088 00316829 1

nh rept QL669.D32
Les venins des Batraciens et les Batraci