

Zeitschrift: Acta Tropica
Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)
Band: 30 (1973)
Heft: 4

Artikel: Essais de rationalisation dans le maintien d'un serpentarium à but industriel
Autor: Leloup, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-311880>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Essais de rationalisation dans le maintien d'un serpentarium à but industriel

PAUL LELOUP

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les listes des publications traitant de la biochimie pour constater que celles se rapportant à l'étude des venins prennent une très grande place. En effet les méthodes d'investigation et de fractionnement ont permis d'étudier ces matières complexes qui ont toujours excité la curiosité de l'homme.

Jadis on ne pouvait qu'observer les effets globaux du venin total dont les premières recherches scientifiques n'apparaissent qu'au VII^e siècle avec REDI (cité par ANGEL, 1). PHISALIX (31) nous donne une bibliographie substantielle sur les travaux effectués à la fin du siècle dernier, où déjà on tente d'identifier les différents composants, et elle-même élabore un imposant travail sur les animaux venimeux et leurs venins. Mais ce n'est que récemment, grâce aux techniques modernes de séparation, que l'on a pu constater que les venins de serpents se composent de plusieurs polypeptides jouant chacun un rôle plus ou moins connu dans le phénomène de l'envenimation, souvent en exerçant une action enzymatique. On a évidemment essayé de tirer parti de ces substances rares aux propriétés exceptionnelles.

Entre autres, et en ce qui nous concerne, KLOBUSITZKY (22) a isolé du venin de *Bothrops jararaca*, Crotalidae d'Amérique du Sud, une fraction de très faible toxicité qui coagulait *in vitro* du sang ou du plasma décalcifié. Appliqué par voie parentérale à l'homme, elle raccourcissait le temps de coagulation sanguine et le temps de saignement. Cette fraction très purifiée est employée comme médicament hémostatique¹ dans les traitements préventifs et curatifs, des hémorragies de pratiquement toutes origines. Mais en faisant une recherche très poussée sur son mécanisme d'action on est arrivé à isoler à l'état pur une peptidase à activité thrombino-mimétique, qui actuellement est employée comme réactif², indispensable dans certaines recherches biochimiques et dans le contrôle de routine sur la fibrinoformation et de ses troubles pathologiques (19). NORDSTROEM & EGBERG ont remarqué que l'injection massive de cet enzyme thrombino-mimétique au chien provoque un état de défibrinogénéation bénin, sans complication hémorragique, ni thrombo-embolique, et ont de ce fait fourni une base conduisant à des recherches intensives menant à l'utilisation de cette peptidase dans le traitement des maladies thrombo-emboliques (13)³.

En outre, en étudiant les venins d'autres espèces de serpents on a remarqué que certains de ceux-ci contenaient également des enzymes à action identique.

Il est évident que la préparation à l'échelle industrielle de ces spécialités a posé de graves problèmes d'approvisionnement en matière première, car non seulement ces venins doivent être préparés suivant certaines normes, mais leur origine, quant à l'espèce qui les fournit, doit être absolument certaine. C'est pourquoi en

¹ Reptilase®.

² Reptilase®-Réactif.

³ Defibrase®-Defibrol®.

1966, nous avons créé un petit centre expérimental de récolte de venin dans les environs de Bâle, afin d'en étudier toutes les possibilités particulières et éventuellement envisagé son agrandissement ultérieur jusqu'à ce qu'il représente notre unique source d'approvisionnement. Ce sont les observations sur la réalisation de ce serpentarium, qui font l'objet de cette publication. Mais avant d'en arriver là, il serait peut-être bon de rappeler brièvement les méthodes les plus connues de prélèvement de venin pratiquées sur les animaux.

Aperçu historique des récoltes de venin sur divers animaux

Le moyen le plus simple pour obtenir du venin consiste à faire macérer la pulpe glandulaire ou un broyat de glandes à venin desséchées dans de l'eau distillée. Cette méthode qui nécessite le sacrifice de l'animal ne procure que peu de substance et peut trouver une application quand il s'agit d'animaux de petite taille (9, 13), ou d'animaux dépourvus d'organe inoculateur tels les batraciens et éventuellement des ophidiens dont la glande pleine n'émet que peu de venin à la fois comme par exemple ceux appartenant au groupe des aglyphes (31). Ce procédé a également été employé sur protérotylophes (11) quand il s'agit d'exemplaires difficiles à obtenir vivants. Mais de toute évidence la méthode la plus intéressante, parce qu'elle offre l'avantage de fournir un venin à peu près pur et permet de renouveler l'opération, consiste à prélever du venin en respectant la vie de l'animal. Malheureusement cette méthode est tributaire de trois grands impératifs: Elle nécessite tout d'abord une installation adéquate permettant de garder ces animaux en captivité dans les meilleures conditions possibles. Ensuite, comme il s'agit généralement d'animaux plus ou moins dangereux, une technique de contention éliminant les risques pour le manipulateur et enfin une seconde technique de prélèvement obligeant le sujet à excréter son venin. En ce qui concerne les espèces inoffensives pour l'homme ou celles de petites tailles, on se contente de les immobiliser manuellement ou au moyen de pincettes, tandis qu'on les excite mécaniquement, chimiquement ou électriquement afin de provoquer une émission de venin qui est récolté soit à la pipette, soit dans de petits récipients.

Pour les insectes, notamment les hyménoptères, on peut les traiter individuellement en prenant prudemment le spécimen à la pincette et en l'excitant par de légères pressions sur l'abdomen, le venin apparaissant au bout du dard est aspiré par un tube capillaire. On peut également les exciter au moyen d'éthère ou de chloroforme. Pour prélever le venin d'un plus grand nombre à la fois, les sujets sont comprimés entre deux fines membranes de caoutchouc dont l'envers de celle située du côté dard, est garnie d'un papier buvard. Si on les presse un peu, les insectes piquent à travers la membrane et le venin peut facilement être récupéré du buvard. Enfin O'CONNOR, ROSENBROOK & ERIKSON ont décrit un appareil à stimulations électriques permettant de prélever le venin de plusieurs vespidae (29).

Le traitement des grands arachnides, scorpions et araignées mygalomorphes, demande des techniques similaires. D'après BUECHERL (8) on fixe tout d'abord l'araignée au moyen de forceps, puis on la saisit par le céphalothorax entre le pouce et l'index de la main gauche. Le sujet excité par cette manipulation, essaye de se défendre, et les gouttes de venin apparaissant à l'orifice du canal excréteur des chélicères sont aspirées au moyen d'un capillaire. Ensuite on continue à l'irriter en pressant légèrement sur le sternum pour provoquer de nouvelles émissions de venin.

Afin d'obtenir un rendement supérieur, BARIO & BRAZIL, ainsi que BUECHERL (4, 8), procèdent par stimulations électriques. Chaque chélicère du sujet est placé sur un pôle juste au dessus d'un petit récipient. Trois ou quatre décharges pro-

voquent chaque fois une émission de venin. FREYVOGEL, HONEGGER & MARETIĆ (15) en employant ce mode de stimulations pour la mygale africaine *Pterinochilus*, n'obtiennent pas de meilleurs résultats que par la méthode mécanique, aussi en préconisent-ils une nouvelle: L'araignée est saisie par le céphalothorax entre le pouce et le majeur tandis que l'index pousse les chélicères à travers une membrane évitant ainsi le mélange du venin avec l'hémolymphe. Au moyen d'une pince anatomique les portions basilaires des chélicères sont massées et le venin recueilli à la pipette. PERRET, dans une méthode non encore publiée, en revient aux électrochocs (30).

Pour les scorpions, diverses méthodes mécaniques et électriques ont également été décrites (9, 27, 31). MEADOWS & RUSSEL (27) appliquent un courant de 300 V à une fréquence de cinq chocs par seconde, qui avec les grands scorpions peut procurer de 20 à 30 gouttes de venin. Mais encore une fois toutes ces méthodes présentent des avantages et des inconvénients. Ainsi ZLOTKIN & SHULOV constatent des altérations du venin qu'ils attribuent à la stimulation électrique et proposent un appareil mécanique fort simple (34). Du parafilm est tendu sur une petite armature métallique de forme appropriée. Avec ce leurre on excite ou on coince le scorpion qui en se défendant dépose son venin sur le parafilm. Enfin pour les petites araignées MEADOWS & RUSSEL (27) ont recours à une anesthésie au CO₂.

Les amphibiens étant dépourvus d'appareil inoculateur demandent des techniques différentes, la méthode la plus facile d'après PHISALIX (31) consiste à introduire les animaux dans un récipient avec un peu d'eau salée physiologique, ensuite on ferme celui-ci avec un tampon imbibé de chloroforme dont les vapeurs ne tardent pas à créer une grande agitation parmi les animaux et à faire apparaître à fleur de peau leur sécrétions muqueuses. On imprime au flacon quelques mouvements pour faciliter le lavage des sujets et on retire ceux-ci avant qu'ils n'entrent en résolution sous l'influence de l'anesthésique.

BOLLIGER & MEYER (cités par MEYER & LINDE, 28) recommandent une méthode pour récolter les sécrétions parotidales des crapauds. L'animal est maintenu contre et sous une plaque de verre horizontale. Au moyen du pouce et de l'index l'expérimentateur presse la glande jusqu'au moment où la sécrétion gicle sur la face inférieure de la vitre. Celle-ci est alors posée verticalement, la sécrétion venimeuse à la partie supérieure qui, à la température de la chambre sèche rapidement et peut être râclée.

Après ce bref aperçu dans lequel nous n'avons pas la prétention d'avoir énuméré toutes les méthodes existantes, mais seulement quelques exemples types, nous aborderons les traitements appliqués aux ophidiens et spécialement aux grands venimeux. Si la bibliographie particulièrement abondante au sujet des arthropodes nous propose à profusion une quantité de méthodes, elle est assez rare par contre en ce qui concerne les serpents dont les techniques de prélèvement de venin n'ont pour ainsi-dire jamais beaucoup varié. Ce fait pourrait s'expliquer par la relative facilité – risques mis à part – de manipuler ces derniers et d'en récolter un venin abondant. En effet les protéroglyphes et les solénoglyphes se caractérisent par leurs glandes réservoirs hautement spécialisées et par leur appareil inoculateur perfectionné.

Hébergement des serpents

Jusqu'à ces dernières années le but des récoltes de venin de serpents se limitait à la préparation de sérum antivenimeux et à l'obtention d'échantillons réservés aux recherches, c'est-à-dire que cette matière première était produite, principalement par les pays producteurs de sérum, donc presque toujours celui des espèces traitées. L'approvisionnement en spécimens ne posant pas de problèmes majeurs,

et le climat leur convenant, on se contenta de les garder dans des parcs à l'air libre. Mais si les parcs présentent quelques avantages pratiques, ils montrent également de multiples et graves inconvénients. Tout d'abord on ne pourra, pour des raisons de commodité de travail, y reconstituer toutes les conditions écologiques indispensables du biotope naturel de l'espèce, et de ce fait les micro-climats ne correspondent presque jamais aux nécessités des hôtes. Ensuite on a souvent tendance à les surpeupler, fait d'autant plus grave qu'on se trouve pratiquement dans l'impossibilité de les désinfecter et de les déparasiter convenablement. Il suffit donc d'y introduire un sujet contaminé pour risquer de déclencher une épizootie. Enfin les spécimens ne peuvent être surveillés ni suivis que difficilement, et leur alimentation ne peut être ni dosée ni rationnelle. On ne s'étonnera donc pas que la mortalité parmi des populations gardées dans ces conditions s'avère parfois catastrophique au point que la moyenne des prélèvements ne dépassent pas 1,4 fois par tête (14). Quant aux cages individuelles ou collectives, à condition d'y créer les conditions et un climat dosé, elles peuvent apporter une nette amélioration comme l'a démontré BELLUOMINI (6). Pour les animaux exotiques on sera toujours obligé de les garder en cages, dans un climat artificiel reconstitué. Plusieurs types de cages plus ou moins onéreuses sont décrites par quelques auteurs (2, 6, 8).

Immobilisation des serpents

A moins que de faire mordre le serpent dans un leurre, ce qui n'est pas aisé, on sera tout d'abord obligé de l'immobiliser si l'on veut lui prélever son venin rationnellement. Cette opération pourrait se subdiviser en trois phases: Primo la fixation du spécimen pour l'empêcher de fuir, secundo l'élimination des risques de morsure pour éviter une perte de venin, mais aussi pour protéger le manipulateur et tertio la contention totale permettant la récolte de venin.

La fixation

Les techniques varient suivant qu'il s'agisse de spécimens appartenant à des espèces se déplaçant avec vélocité ou au contraire celles à caractère plus statique, donc ne fuyant pas rapidement. La taille des sujets importe également ainsi que le lieu, c'est-à-dire qu'il s'agisse d'opérer dans des parcs ou sur des animaux encagés. Dans les parcs on se contente généralement de fixer le spécimen au sol en lui appuyant le petit côté horizontal d'une canne se terminant par un crochet métallique en forme de «L» sur le milieu de la tête, et par la même occasion on neutralise ses réactions de défense (10). Pour les spécimens encagés on les sort en leur passant cette sorte de crochet sous le corps, on les dépose sur le sol, ensuite on agit de la même façon que dans les parcs. Cette pratique peut s'employer en principe avec toutes les espèces, mais convient spécialement aux Vipéridae et Crotalidae dont le corps massif ne permet pas un déplacement très rapide. Cette méthode présente le grave inconvénient de concentrer toute la puissance de fixation sur un seul point particulièrement délicat: la tête. Elle est encore employée dans beaucoup de centres de récoltes de venin (2), et ne peut se concevoir rationnellement qu'avec de petits sujets. Pour les très grands spécimens se débattant vigoureusement ou ceux ne permettant pas une approche aisée, tels les grands Elapidae, on devra avoir recours à deux fixations. La première se faisant au moyen d'un garrot coulissant au bout d'une longue canne en espérant que le serpent ne se débatte pas au point de se blesser ni qu'il ne morde et éjecte son venin dans le vide.

Elimination des risques de morsure

La distance de portée des crochets lors d'une réaction de défense équivaut grosso-modo entre un tiers et la moitié de la longueur totale du serpent en comptant cette distance à partir environ du centre de l'animal si celui-ci ne se déplace pas. Il est évident que cet énoncé loin d'être rigoureux permet une estimation de la zone de protection minimale que tout manipulateur de serpent venimeux devrait respecter comme règle élémentaire de prudence, même si les animaux ne sont pas agressifs. Pour un serpent fixé, cette distance est égale à celle comprise entre le point de fixation et la tête et rayonnant à partir de ce point. La neutraliser consiste à ramener la distance de protection à zéro, c'est-à-dire fixer la tête, permettant une prise manuelle exempte de danger. RAUDONAT (32) mentionne un appareillage utilisé à l'Institut de Pharmacologie de Francfort. Il s'agit d'une sorte de grande pince ingénieusement combinée saisissant le spécimen délicatement à mi-corps et le déposant sur une table d'opération, la fixation de la tête se fait ensuite au moyen d'un court bâton au bout duquel coulisse une lanière de cuir.

Contention totale

Une fois le sujet fixé et incapable de mordre, on le saisit généralement à la main juste derrière la tête. L'index replié et le pouce le coinçant au niveau des articulations de la mandibule, empêchent les mouvements latéraux tandis que les autres doigts serrent le cou évitant le dégagement. De l'autre main on tient le corps. On peut également le fixer au moyen du pouce et du majeur tandis que l'index appuie sur la base du crâne, les deux premiers doigts servant éventuellement à masser les glandes venimeuses. Pour les petits serpents ne dépassant pas le mètre, l'opération est assez simple mais demande une certaine pratique pour être exécutée correctement. Le corps des spécimens plus grands doit être solidement immobilisé soit en le coinçant sous le bras soit en lui clouant le bout de la queue au sol au moyen de la pointe du pied afin d'éviter qu'il ne gêne l'opération par ses mouvements. Pour les espèces de très grande taille et surtout très musclées, la tête est maintenue de la façon décrite plus haut, mais la seconde main placée juste derrière le premier renforce la fixation du cou. La présence d'un aide s'avère dans ce cas très prudente. Ce système d'un emploi pratiquement universel car il ne demande aucun appareillage compliqué, ne devrait en principe pas être appliqué à des spécimens dépassant le mètre pour les solénoglyphes, et les 1,5 m pour les protéroglyphes, car à partir de ces tailles l'opérateur doit déployer une puissance qui non seulement lui fatigue rapidement la musculature des doigts, mais peut également léser l'animal et qui en tout cas le fait souffrir d'autant plus qu'il se débat. Cette prise peut s'effectuer sur des animaux fixés sur le sol et dans ce cas nécessite une position inconfortablement accroupie pour l'opérateur, excluant une éventuelle brusque retraite. Par contre si l'on travaille sur une table, le visage et le tronc seront plus dangereusement exposés.

Pour les Elapidae extrêmement agiles nous avons en 1957 employé une méthode (24), qui donna de très bons résultats avec les *Dendroaspis*. Nous avons construit des parcs aux parois en maçonnerie suffisamment hautes, et profité de la tendance qu'ont les animaux sauvages à chercher refuge. A cet effet l'intérieur du parc simplement gazonné, ne permettait pas aux serpents de se cacher. Par contre les murs étaient percés à leur base d'une série d'orifices, dans lesquels on poussait de l'extérieur autant de petites cages amovibles épousant exactement la forme du trou. La côté des cages dirigé vers l'intérieur du parc, pouvant se fermer ou s'ouvrir à volonté par une porte coulissante, commandée de l'extérieur par un

système fort simple permettant d'enfermer les sujets qui y cherchaient refuge sans devoir les toucher ni même pénétrer dans l'enclos. Une fois le serpent isolé, il suffit de retirer cette espèce de piège et de le remplacer par un autre en surnombre, afin de ne pas laisser l'ouverture béante, puis de transvaser prudemment le *Mamba* dans un sac en étamine transparent dont le fond peut s'ouvrir au moyen d'une tirette. Ce sac muni d'un solide bord en grosse toile à bâche est doucement étalé sur une table et le serpent peut y être fixé et saisi par la méthode traditionnelle par dessus la fine étoffe. Il ne restera plus alors qu'à ouvrir le fond du sac et à le retourner comme un gant.

Pour toutes ces opérations de contention l'emploi de gants même en cuir épais n'offre qu'une piètre protection, car les dents aigues les percent aisément et comme ils atténuent une grande partie de la sensibilité du toucher et de la dextérité, leur port est plutôt à déconseiller, tout comme d'ailleurs, la prise d'un sujet sans fixation préalable en se fiant uniquement à son adresse.

Prélèvements du venin

Il suffit généralement quand le sujet a la gueule ouverte de glisser sous ses crochets une boîte de pétri ou un récipient en verre pour qu'il tente de mordre et évacue une partie de son venin. Si la bouche est fermée, au moyen du pouce et de l'index ou éventuellement du majeur on peut agir sur les os carrés pour provoquer la protraction des crochets, ou encore au moyen de brucelles placer chaque dent dans une position adéquate. Si le spécimen est très grand et se débat vigoureusement, il risque, très souvent, de se briser quelques dents palatines ou, en tout cas, de léser ses muqueuses bucales qui ne manqueront pas de s'infecter rapidement créant des abcès pouvant dégénérer en nécroses très graves. Pour minimiser ces accidents on tend souvent une membrane de caoutchouc ou de matière plastique sur l'ouverture du récipient isolant non seulement la bouche du contact dur du verre, mais également rendant la tête plus solidaire du récipient par les dents incrustées dans la membrane et évitant de ce fait les frictions blessantes. On peut simplement laisser le serpent mordre à sa guise (2), ce qui présente l'avantage de ne pas lui prélever une quantité excessive de venin, ni de risquer de lui traumatiser les régions parotidales, mais il arrive qu'il ne se laisse leurrer par ce récipient froid et minéral et refuse de mordre. Dans ce cas il faut avoir recours au massage (7, 16), parfois déconseillé par certains auteurs (2). En fait ce massage s'il est pratiqué convenablement et avec prudence ne présente aucun risque pour le serpent, mais demande une certaine dextérité de la part de l'opérateur. Il s'agit de bien connaître l'emplacement des glandes, de les sentir sous les doigts et de les masser doucement à partir de l'arrière vers l'avant. Un homme habitué à ce travail, peut, rien qu'en palpant les régions parotidales, estimer la quantité de venin contenue en réserve et en évacuer la dose qu'il désire. Il ne faut jamais, en tout cas, vider complètement les glandes, ni les presser au point d'écraser l'acinus. La stimulation électrique peut donner de bons résultats (7), en provoquant une contraction des muscles temporaux. Il suffit de placer les pôles sur les muqueuses bucales et d'y faire passer du courant de faible voltage, 6 ou 12 V à quelques milli-ampères, une trentaine environ. Ce système mécaniquement peu dangereux peut cependant déclencher des troubles psychiques chez certains spécimens, se traduisant par une anxiété qui après plusieurs expériences le conduise à un refus total de s'alimenter. Il s'impose parfois, cependant, lors de certaines expériences, comme l'ont montré FREYVOGEL & HONEGGER (17), pour obliger par exemple des *Naja nigricollis* à «crâcher» eux-mêmes leur venin, un certain nombre de fois.

Enfin pour en revenir aux méthodes mécaniques, le venin des serpents appartenant au groupe des Opisthophanes, devra être aspiré au moyen d'une pipette de verre dans les replis gingivales près du débouché des canaux excréteurs.

Pour certains Hydrophidae dont le crochet extrêmement court et entièrement recouvert par la gaine gingivale, REID (33) préconise l'emploi d'une cuillère recouverte d'une membrane, et BARME (5) insère le crochet dans une pipette de Pasteur avant de presser les glandes afin que le venin ne se perde dans toute la cavité bucale.

Nouvelle méthode pour le maintien et l'exploitation de la colonie de serpents

Lorsque nous avons commencé l'élaboration du serpentarium en 1966, un point nous a particulièrement frappé: Consécutivement aux demandes croissantes de venin, une véritable extermination de certaines espèces de serpents s'organisait dans le monde, provoquée primo par des chasses désordonnées touchant des dizaines de milliers de sujets par an, et secundo par l'énorme mortalité enregistrée dans la plupart des centres de récolte de venin. A ce compte, en peu de temps, des branches entières de notre patrimoine zoologique seraient exterminées à jamais, d'autant plus sûrement que la destruction méthodique, du biotope où ces animaux se reproduisent, se poursuit inexorablement. Aussi nous a-t-il semblé urgent, non seulement par soucis d'éthique mais également par nécessité d'envisager l'ophioculture, c'est-à-dire l'élevage de serpents comprenant le maintien rationnel de spécimens adultes en vue de prélèvements réguliers de venin en minimisant la mortalité et ensuite la reproduction systématique et l'élevage de jeunes.

Cheptel

Espèce: *Bothrops atrox atrox* (Linnaeus) 1960, J. A. PETERS, Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge, Mass., 122, 509, mais il pourrait s'agir de *Bothrops moojeni*, espèce créée par A. HOGE (1965) (20), à partir de *B. atrox*. Notre choix s'est porté sur cette espèce parce que sa taille plus grande permet une récolte de venin plus abondante, tandis que son venin, au point de vue coagulation, possède les mêmes propriétés que l'espèce *B. jararaca*. Ce groupe de serpents était composé en octobre 1966 de 128 spécimens importés de l'Etat de Goyas au Brésil, comprenant 82 femelles et 46 mâles de différents âges. Les tailles se répartissent comme suit:

- 8 femelles mesurant entre 168 et 150 cm
- 63 femelles mesurant entre 150 et 100 cm
- 11 femelles mesurant entre 100 et 84 cm
- 46 mâles mesurant entre 117 et 75 cm.

Quelques-uns de ces spécimens sont en très mauvais état. Certains blessés lors de la capture montrent des lésions graves, d'autres se présentent dans un état de maigreur anormale. Neuf meurent dans les dix premiers jours. Les 119 restants constitueront donc notre lot de départ et se révèlent porteur des parasites suivants:

Ectoparasites: *Ophionyssus natricis*

Amblyomma testudinis.

Endoparasites: porcéphales, plathelminthes; ascaris, strongylides, oxyures.

Tous les animaux sont traités par des bains plusieurs fois répétés dans des solutions de Basudin (Geigy), A 2443 C (Geigy), Neguvon (Bayer), Halamid (Phillips), et par absorption orale de Vermizym (Dr. Schwab, München), Yemosan (Bayer), Thibenzole (Merck & Cie).

Nous incorporons à leur nourriture un complexe vitaminé plus divers oligo-éléments.

Par la suite ces parasites ne se manifestent plus, à part les mites (*Ophionyssus natricis*) qui exigent plusieurs interventions, sur tous les sujets, les cages et les locaux.

Mortalité: Sur les 119 spécimens du départ, 62 sont encore en vie après cinq ans. Cette mortalité se répartit comme suit: 18 spécimens la première année, 8 la seconde, 12 la troisième, 10 la quatrième et 9 la cinquième. Les causes en sont: 22 exemplaires par cannibalisme ou à la suite de morsures par leurs congénères. Deux tués accidentellement en se coinçant malencontreusement dans leur cage. Sept femelles par suite des mauvaises gestations. Trois par suite de blessures lors des prélèvements de venin. 18 pour causes indéterminées, probablement des infections et dans certains cas peut-être de sénilité.

Cages

Les sujets sont gardés par paire dans des cages en éternite à armature métallique, vitrées sur le devant et munies de deux grillages d'aération. Les dimensions en sont de 50×100 cm pour le fond et de 38 cm de haut. Un bassin amovible permet un changement rapide de l'eau et une désinfection du récipient. Le fond de la cage est recouvert de carton ondulé que l'on peut changer à la moindre souillure évitant ainsi une éventuelle auto-contamination. Nous avons choisi ce matériel parce qu'il est isotherme, absorbant et suffisamment rugueux pour que le serpent puisse y accrocher ses écailles ventrales lors de la reptation. Les locaux sont lavés et désinfectés au moins une fois par semaine. L'éclairage est artificiel et maintenu de 7.30 h à 17.30 h.

Climatisation

Se fait par air conditionné, qui, pour des raisons de facilité, est distribué par locaux et non dans chaque cage individuellement. En effet il serait malaisé de contrôler en permanence la température et le degré hygrométrique de l'air pour chaque cage si celles-ci étaient chauffées séparément. D'autre part une distribution d'air conditionné pour chaque cage exigerait des conduits qui pourraient servir de refuge aux parasites et dont on ne pourrait les en déloger en cas d'invasion.

Le climat des locaux est tributaire de trois facteurs principaux:

1) La température; 2) le pourcentage d'humidité relative; 3) le renouvellement suffisant du volume d'air.

Pour déterminer la température convenant le mieux à nos serpents, nous nous sommes basés lors de diverses expériences sur leur comportement, tels mouvements et changements de place, fréquence de bains, durée de la digestion, qualité des mues etc., et sur des observations relevées sur le terrain. En effet les données climatologiques, même locales, provenant du pays d'origine ne peuvent fournir que des indications d'ordre très général, et même parfois fausser complètement notre conception sur les exigences de nos hôtes, car ceux-ci, dans la nature, profitent d'une quantité de micro-climats afin de régler eux-mêmes leur température interne. Comme il s'agit d'animaux terrestres nous avons relevé des températures dans des gîtes où des serpents furent trouvés et nous avons constaté qu'elles variaient peu d'un gîte à l'autre, mais souvent considérablement avec celle de l'atmosphère ambiante, spécialement lors des extrêmes journaliers. Que les déplacements de ces animaux, qui se soustrayaient donc provisoirement de leur niche écologique, se produisaient à des heures et en des lieux bien déterminés leur évitant des variations rigoureuses, à moins que ces variations soient désirées par le serpent lui-même, car ce n'est, en définitive, pas la température ambiante qui importe, mais bien la température interne du corps de l'animal. Or ceux-ci étant poékilothermes, ils subissent les variations thermiques, mais d'une façon inversement proportionnelle à leur masse. D'autre part, il est presque certain que la température idéale pour un même sujet varie suivant ses besoins énergétiques. Quant à l'humidité relative de l'air, l'expérience nous a montré que nous ne pourrions jamais parvenir aux pourcentages pour une température donnée, trouvés dans le biotope naturel, où le point de saturation est souvent atteint surtout au niveau du sol. Donc que dans notre cas, le maximum réalisable serait le mieux, d'autant plus que nous maintenons ces animaux sur une litière sèche.

Le renouvellement de la masse d'air dans les locaux ne pose que des problèmes de calculs techniques puisqu'elle y est insufflée, puis aspirée par des ventilateurs, mais pour qu'il puisse se faire suffisamment rapide-

ment dans les cages, des variations de température sont souhaitables. Ce renouvellement se fait d'autant plus vite que les variations sont grandes. Tenant compte de ces différents éléments et surtout que le *B. atrox* est de mœurs nocturnes, nous avons établi les caractéristiques suivantes:

Tôt le matin: Température 24 °C avec 90 % d'humidité relative.

Au milieu de la journée: Température 28–30 °C avec 70 à 75 % d'humidité relative.

Reproduction et élevage

Aucune reproduction de serpents sur grande échelle n'a jusqu'ici été entreprise, du moins à notre connaissance, comme cela se pratique couramment avec les tortues ou les poissons d'aquarium.

Parmi les 82 femelles importées en 1966, 26 se révèlent gravides et mettent bas presque toutes en même temps deux mois après leur arrivée, c'est-à-dire en décembre, 337 jeunes. Un peu pris au dépourvu, manquant de place et de nourriture, nous n'en gardons que 50, dont 27 seulement survécurent. Néanmoins cette expérience nous a permis de relever de nombreuses observations et de développer une technique d'élevage.

En 1967, nous formons 10 couples. Les autres serpents étant placés par paires de même sexe dans leurs cages. Sur ces 10 couples, 6 femelles nous donnent un total de 118 jeunes.

En 1968, par manque de place nous ne laissons que 5 couples, nous donnant deux pontes et seulement 15 jeunes.

Aussi en 1969, nous reformons 15 couples et obtenons 177 jeunes pour 12 pontes. En 1970, nous maintenons 15 couples, nous donnant également 12 pontes de 156 jeunes.

Et en 1971, 10 couples nous donnant 10 pontes et 171 jeunes.

Accouplements

Nous nous sommes bornés à sélectionner des femelles de grandes tailles à aspect sain. Pour les mâles nous avons choisi ceux qui nous semblaient le plus actif. Il a été nécessaire plusieurs fois d'interchanger les partenaires, ou de choisir d'autres mâles pour que les copulations se produisent.

Combats de mâles

Toutes nos copulations se sont produites sans cette phase préliminaire. Mais des combats entre mâles seuls ont été observés. A titre d'expérience nous avons introduit un mâle en surnombre dans une cage où un couple allait copuler. Immédiatement un combat entre les mâles s'est déclenché. Lors de ces joutes les mâchoires n'entrent pas en jeu, mais les deux corps dressés se tordent et se détordent suivant un rythme lent. Le plus adroit ou le plus fort arrive à éloigner son rival. Il ne s'agit donc pas de combats à mort comme cela s'observe également chez beaucoup d'autres animaux (21).

Pariades

Les mâles semblent subir un cycle périodique de surexcitation génésique, et presque toutes les pariades se produisent à la même époque, dans un interval de deux ou trois mois. Mais ces époques ont changé au fur et à mesure des années pour montrer un décalage de six mois après cinq ans. Des changements de partenaires ou de brusques variations de température pourraient favoriser l'activité des mâles. Ces pariades se passent suivant un schéma bien déterminé. Le mâle carressant la femelle par des ondulations du corps et des mouvements saccadés, il enroule sa queue autour de la sienne et la fait vibrer rapidement. La langue du mâle dardant sans arrêt, lui permet de se guider, et peut-être aussi d'exciter la femelle. Cette pariade peut durer plusieurs heures.

Copulations

Les pariades aboutissent presque toujours à une copulation. La femelle longtemps impassible permet à son partenaire lors de certaines attitudes typiques d'introduire son hémipénis, la queue du mâle croisant la sienne par en dessous. A deux occasions nous avons pu constater avec certitude que les deux hémipénis étaient introduits parallèlement dans le cloaque de la femelle et non un seul comme cela a parfois été décrit (1). Cette position peut durer de sept à huit heures.

Sur un total de 28 copulations diurnes observées, trois se situent en 1967, une en 1968, onze de novembre 1969 à février 1970, et treize de septembre 1970 à janvier 1971. Cette répartition semble montrer un changement des habitudes nocturnes du début en activités diurnes. Une diminution des réactions de peur vis-à-vis de l'homme peut en être la raison.

Gestation

Les Bothrops étant ovovivipares et l'incubation des œufs se produisant dans le corps de la mère il est difficile d'en déterminer avec précision la durée, car la fécondation peut se produire un certain temps après la copulation, le sperme étant gardé dans les spermathèques. Nous trouvons cependant une certaine constance de temps écoulé entre les copulations et les pontes. La moyenne en est de 214 jours avec des extrêmes de 276 et 175 jours. Des périodes presque aussi longues ont également été observées lors d'incubations d'œufs de *Dendroaspis jamesoni* en Afrique (25).

Pontes

Les œufs d'environ 3 × 4 cm sur 2 d'épaisseur, montrent à travers leur fine membrane transparente, la coquille calcaire faisant défaut, le jeune arrivé à terme et lové en spirale, la tête se trouvant au centre. L'éclosion peut se produire au moment même de la ponte: 12 %, dans l'heure qui la suit: 80 %, ou parfois après: 8 %.

L'expulsion de l'œuf prend d'une minute et demie à quatre minutes avec des intervalles de sept à dix minutes.

Lors de chaque ponte nous constatons la présence d'un certain nombre, parfois important, d'œufs non fécondés, aussi bien parmi les femelles importées gravides que celles accouplées en captivité. Ces données sont reprises au tableau 1.

Tableau 1. Naissances par années

Année	Total pontes	Total jeunes	Moyenne de jeunes par ponte	Portées * maximum	Portées * minimum
1966 début 1967	26	337	12,9	24 + 0	2 + 16
1967 début 1968	6	118	19	30 + 5	6 + 18
1968	2	15	7,5	8 + 4	7 + 1
1969	12	177	14,7	30 + 0	7 + 7
1970	12	156	13	22 + 3	3 + 4
1971	10	171	17,1	26 + 3	4 + 11

Pour les années 1966, nous avons inclus les jeunes nés en janvier 1967 provenant également de femelles importées gravides.

Pour l'année 1967, nous avons également inclus les jeunes nés en janvier 1968, car comme pour les précédents ils appartiennent également aux nichées de 1967.

* Dans les colonnes «portées», le premier chiffre signifie le nombre de jeunes bien constitués, et le second les œufs non fécondés.

Elevage des jeunes

A la naissance le jeune mesure environ 30 cm de long pour un poids de 10 grammes. Presque tous montrent au bout de la queue une petite portion jaune soufre ou jaune orangé. Après six mois, presque toutes les femelles ont perdu cette marque, tandis que les mâles peuvent la garder, quoique atténuée jusqu'à l'âge de 18 mois. Dès leur naissance les jeunes sont isolés des parents, classés par famille dans de petites cages en macrolon recouvertes d'un grillage.

Les premiers jeunes nés en 1966, nous ont donné beaucoup de déchets. Sur les 50 spécimens sélectionnés du lot, six ont accepté de manger la première semaine, huit après trois semaines, cinq après un mois et le reste a refusé obstinément. Manquant de toutes jeunes souris, nous avons essayé de les alimenter de petits morceaux de souris adultes, de grillons, de petits lézards et de larves de coléoptères. Seuls les morceaux de souris agités au bout d'une pince ont eu quelque succès. Jamais un petit animal vivant laissé dans la cage ne les a intéressés. Nous avons dû gaver les réfractaires avec des fragments de souris, de cœur de veau et des vairons quand nous pouvions en obtenir. Cet échec est imputable, à notre avis à des fautes graves commises dès le début. En effet le jeune serpent est non seulement nidifuge, mais également totalement livré à lui-même. Aucune attitude de confiance envers un parent protecteur, auquel le soigneur pourrait éventuellement se substituer n'est prévue dans son psychisme. Le petit serpenteau ne doit sa survie les premières minutes, qu'à sa livrée homochromique et à son comportement inné extrêmement craintif qui le pousse à se cacher immédiatement, ensuite pour les jours qui suivent à sa faculté d'apprentissage étonnante. Ce petit être fragile, ne peut rester éternellement caché, il doit pouvoir se déplacer sans guide dans un monde hostile, faire une distinction rapide parmi les choses qui bougent, entre celles qui sont dangereuses et celles qui ne le sont pas. Tous les faits observés ou subits s'inscrivent non seulement d'emblée dans sa mémoire, mais les gestes qui en découlent deviennent presque instantanément des réflexes acquis, qu'il sera ultérieurement difficile d'extirper. Une expérience psychologiquement traumatisante ou physiquement douloureuse peut inhiber à jamais le réflexe de prendre une proie en présence d'un objet associé à cette expérience. On comprendra dès lors que de l'attitude du soigneur, lors des premiers jours, dépendra la réussite ou l'échec de l'élevage. Le simple fait de mesurer un nouveau-né, avec toutes les contraintes que cela implique (fixation de la tête, préhension, étirement etc.), peut orienter négativement tout son comportement ultérieur vis-à-vis de l'homme.

Pourquoi ces tout jeunes serpents n'ont jamais été intéressés par les petites proies laissées, même plusieurs nuits, dans leur cage? Il est dif-

ficile de répondre à cette question, mais il est probable qu'il s'agisse d'une incapacité d'identification – l'odeur ou la chaleur seules ne semblent pas suffire – car, sans doute l'attitude du serpent dans le choix de la première nourriture dépend de son patrimoine héréditaire, et que ce choix est uniquement tributaire de certains critères clefs que nous n'arrivons pas à déterminer. En 1967, et depuis lors, nous avons pu établir une méthode très simple qui nous a donné un très bon résultat.

Le nouveau-né doit avoir accepté sa première nourriture, un souriceau âgé d'un jour ou deux, présenté à la pince, dans les cinq premiers jours, car passé ce laps de temps et plus la période s'allonge, plus il sera difficile à éduquer. La proie doit être excessivement petite et offerte, sans que le serpent ne montre le moindre signe d'émotion – réaction facilement interprétable par les vibrations de la queue. En aucun cas il ne faut lui avoir fait subir aucune expérience désagréable, et même avant ce premier repas ne pas le bouger de place. Il est important de lui laisser identifier à loisir cette nourriture et la pince, sans exécuter un geste ou un mouvement pouvant être interprété comme agressif. A la moindre manifestation de trouble, suspendre l'opération et la reprendre plus tard, sans s'énerver jusqu'au moment où le jeune se décidera enfin de manger. Une interprétation des mouvements de la langue aide énormément dans le comportement à adopter. Il va sans dire que ce travail demande beaucoup de doigté et surtout de patience de la part du soigneur.

Les premiers temps les jeunes sont alimentés toutes les semaines, mais à partir d'un mois, donc de quatre ou cinq repas, toutes ces précautions sont devenues inutiles. Agé de quatre mois, le jeune vient souvent de lui-même vers les mains dès que l'on ouvre sa cage et happe au vol sa ration; le travail en est facilité, mais exige beaucoup de prudence, car dans sa précipitation le petit vorace pourrait s'en prendre à un doigt.

A partir d'un an, les jeunes sont placés dans des cages plus grandes, reçoivent leur numéro d'ordre définitif et ne sont plus alimentés que tous les 14 jours. Ils y resteront jusqu'à l'âge de trois ans et ensuite passeront dans les locaux d'exploitation où l'on débutera avec les prélèvements de venin. Leurs tailles, à ce moment, seront en moyennes de 110 cm pour les femelles et de 90 cm pour les mâles. La maturité sexuelle apparaît également vers cet âge.

Adaptation des sujets et manipulations en vue des récoltes de venin

Nous pensons que la grande mortalité généralement enregistrée dans les centres de récolte de venin (12) provient non seulement du mauvais hébergement, ou de manipulations trop brutales, mais peut également

être provoquée par des troubles d'ordre psychique. En effet les dommages que subissent les animaux sauvages au début de leur captivité se présentent sous deux formes. L'une physique, provoquée par les conditions matérielles qui ne répondent jamais totalement aux besoins biologiques de l'animal, l'autre psychique provoquée par la peur, et l'impossibilité de se soustraire complètement à la présence humaine. Acclimater un animal consiste précisément à l'habituer progressivement à s'adapter aux conditions matérielles de la captivité et ensuite à l'aider par un comportement bien précis, à surmonter sa terreur instinctive vis-à-vis de l'homme. Cette adaptation s'avérera d'autant plus difficile que l'animal est âgé. Or, précisément le serpent donneur de venin est presque toujours un animal sauvage capturé à l'état adulte que l'on prend rarement soin d'acclimater convenablement, et s'il s'adapte tant bien que mal aux conditions de sa cage, il redoutera toujours avec une extrême frayeur la contention totale et le contact direct de l'homme, opération qui se répète obligatoirement au rythme de toutes les trois ou quatre semaines lors de chaque prélèvement de venin. Une certaine accoutumance peut éventuellement s'établir s'il s'agit d'animaux de petite taille que l'on peut manier avec toute la douceur voulue, mais il en va autrement pour les grands spécimens que l'on traite avec méfiance et que l'on fera souffrir d'autant plus qu'ils se débattent.

Afin d'éliminer, dans la mesure du possible ces dommages, nous avons pensé qu'il était nécessaire, pour commencer, d'acclimater convenablement les animaux, ensuite de les conditionner à accepter la nourriture en un moment bien déterminé de façon à pouvoir associer celle-ci aux prélèvements de venin en espérant créer un stimulus conditionné et enfin construire un appareil de contention soustrayant l'animal au pénible contact humain. Ce conditionnement s'est réparti en plusieurs phases. Certaines très faciles à réaliser ont découlé naturellement du comportement de l'animal dans le processus d'apprentissage, d'autres heurtant trop ses réactions instinctives ont demandé beaucoup de patience. Après sept mois nous avons obtenu une réussite de l'ordre de 80 % sur le nombre total des sujets.

Ces différentes phases se sont déroulées comme suit:

1) Habituer l'animal à sa cage

en laissant les locaux dans une demi-obscurité et en permettant au serpent de se réfugier dans une cachette.

Nourriture: souris vivantes distribuées le soir, et éventuellement retirées le matin.

Cette phase est terminée quand le serpent mange normalement et s'adapte au lieu.

2) Habituer l'animal à la présence humaine

en l'empêchant d'accéder aux cachettes, mais sans le déranger de fa-

çon à ce qu'il n'associe pas nécessairement la présence de l'homme à un désagrément quelconque.

Les locaux sont normalement illuminés.

Nourriture: souris vivantes distribuées le soir.

Cette phase est terminée quand le serpent ne montre plus de réactions de défense ou d'émotion à proximité de l'homme; même en cas d'exécution de mouvements violents. (Il a fallu plusieurs mois à certains spécimens pour atteindre ce stade.)

3) Habituer l'animal à manger pendant la journée.

A ce moment on établit un rythme de distribution très rigoureux et on essaye de déclencher l'appétit au moment voulu.

Nourriture: souris vivantes distribuées le matin et éventuellement retirées le soir.

Cette phase est terminée quand le serpent mange dès qu'on lui donne son repas, donc en présence du soigneur.

4) Habituer l'animal à manger des proies mortes.

- a) D'abord vivantes, présentées au bout d'une longue pince.
- b) Puis fraîchement tuées et agitées en simulant les réactions d'une souris vivante.
- c) Puis simplement présentées à la pince. Le serpent doit prendre immédiatement ce qu'on lui offre, sans identification préalable. Il accepte même des leurres.
- d) Enfin les souris mortes simplement déposées en tas, toujours au même endroit.

Cette phase est terminée, quand tous les serpents mangent seuls leur ration.

Il est à noter que presque tous les serpents arrivent très rapidement au stade «c», mais après cinq ans 50 % ne l'ont pas dépassé; il s'agit plus ici d'un manque d'aptitude à découvrir une proie refroidie, que d'une réelle inhibition motivée par l'émotion.

Associer la distribution de nourriture aux prélèvements de venin s'est révélée beaucoup plus difficile à réaliser. Il ne suffit pas de distribuer quelques souris à chaque serpent juste après la récolte de venin pour qu'il s'aperçoive d'une relation de cause à effet et se considère comme récompensé. Pour commencer, dans pratiquement tous les cas, même un animal conditionné refusera de manger, car l'ingestion d'une proie représente pour le serpent une opération longue et périlleuse qui pendant un moment le laisse à la merci d'un éventuel agresseur. On comprendra dès lors qu'à la moindre émotion, à la moindre alerte il s'abstiendra de manger même s'il est affamé. Ensuite n'utilisant pas de calories pour l'entretien de sa température interne et surtout du fait que ses repas à caractère boulimique peuvent s'espacer à de plus ou moins longs intervalles, il ne sera pas constamment tiraillé par la faim comme

le serait un animal homéotherme, on ne pourra donc utiliser son appétit comme levier de dressage que dans certaines conditions.

Nous avons obtenu un certain succès en inhibant progressivement le choc émotif dû aux manipulations.

- a) Le serpent est déplacé au moyen d'un crochet juste avant le repas.
- b) A la séance suivante il est placé dans l'appareil de contention ne fonctionnant pas, puis replacé dans sa cage juste avant le repas.
- c) Ensuite il est placé dans l'appareil de contention, fixé, puis replacé dans sa cage.
- d) Et enfin le serpent est fixé et on lui prélève du venin juste avant le repas.

Cette phase est terminée quand le serpent accepte de manger juste après la récolte de venin.

Il est évident que les divers stades de ce conditionnement ne se sont pas déroulés d'une façon homogène pour toute la population du serpentarium. Certains groupes de spécimens plus adaptables ont rapidement gravis les échelons de leur éducation, en sautant même quelques-uns. D'autres, plus émotifs, principalement les mâles, se sont attardés à chaque évolution.

Appareil de contention

Les avantages d'une contention mécanique bien conçue peuvent se résumer comme suit:

- 1) Minimise les risques pour le manipulateur.
- 2) Permet une fixation avec pression minimum et régulière indépendamment de la force et des mouvements du serpent, ce qui n'est pas le cas lors d'une contention manuelle qui s'accroît à chaque tentative de dégagement provoquant des réactions plus fortes encore. Ce cercle vicieux peut dégénérer en un véritable affolement du serpent dont il ressort fortement traumatisé.
- 3) Ne fatigue pas le manipulateur, et de ce fait exclut les gestes maladroits pouvant faire souffrir le serpent.
- 4) Permet le traitement d'un grand nombre de très gros sujets en une même séance.

Un tel appareil pour être réellement efficace doit répondre aux exigences suivantes:

- a) Présenter une sécurité absolue pour le manipulateur.
- b) Ne pas être douloureux pour le serpent.
- c) Permettre une récolte facile du venin.
- d) Permettre une opération de courte durée.
- e) Être aisé à manipuler.

Après plusieurs essais nous avons mis au point un type d'appareil qui nous a donné satisfaction. Chaque perfectionnement a été testé avec

les serpents eux-mêmes, afin de déterminer les stress éventuels qu'il pourrait provoquer. Quand l'appareil a été terminé, le serpent après sa contention totale, devait toujours accepter d'emblée une petite proie, ce qui constituait la preuve qu'il n'avait ni souffert, ni subi un trop grand choc émotif. Cet appareil convient spécialement pour les *Viperidae* et *Crotalidae*. On peut éventuellement adapter ses dimensions à la taille des différentes espèces.

Description

Cet appareil se compose de trois parties:

1) Une cage munie d'un couvercle à charnières et comprenant une ouverture garnie de deux mâchoires de caoutchouc mousse fixant le serpent à mi-corps dès qu'il tente d'en sortir, donc d'une première fixation.

2) D'un tunnel basculant en plexiglass, prolongeant l'ouverture de la cage et dans lequel une boucle coulissante formée de plusieurs lanières circulant sur un charriot peut saisir le serpent juste derrière la tête constituant la seconde fixation.

3) Un socle de support.

La cage

Construite en grillage métallique fixé sur une armature, elle se compose de deux parties superposées.

- a) La partie supérieure se présente comme un parallépipède rectangle ouvert au-dessus et sans fond. A la partie supérieure il est garni d'une grande feuille de cellulose transparente évasée en cornet permettant l'introduction aisée d'un serpent relativement grand en l'empêchant de s'accrocher aux bords supérieurs. Une tôle pivotant sur charnières et fixée au bord inférieur peut, soit être relevée contre la paroi et permettre le passage du serpent, soit être rabattue constituant ainsi un couvercle pour la partie inférieure.
- b) La partie inférieure constituant la cage proprement dite où le serpent peut être enfermé quand le couvercle est rabattu, montre un fond incliné vers le bas et vers l'avant, les côtés latéraux étant triangulaires. A partir du côté laissé béant à l'avant, elle se prolonge en une sorte d'entonnoir dont le goulet est dirigé vers le haut, obligeant le serpent à gravir une pente de 45° pour arriver à la sortie. Nous avons en effet constaté qu'un serpent, tout au moins non fouisseur, captif, cherche tout d'abord à fuir vers le haut selon un certain angle. Il trouvera l'ouverture d'autant plus vite que tous les côtés convergent vers ce point. Sous la cage une batterie de cinq lampes, montées sur rotules afin de les diriger convenablement et commandées par un interrupteur, créent un climat d'inconfort accélérant d'avantage la réaction de fuite. La partie supérieure de la cage peut bas-

culer afin de donner accès à l'inférieure quand on veut reprendre le serpent. Le loquet de fermeture, grâce à un anneau, peut être actionné au moyen du crochet qui sert à prendre les serpents.

Première fixation

Dès que le serpent franchi le goulet de sortie de la cage pour pénétrer dans le tunnel, il est obligé de passer entre deux mâchoires métalliques garnies de caoutchouc mousse, qui, actionnées par une manette, le fixent en le comprimant latéralement. Une double sécurité constituée par des freins agissant directement sur les tiges de commande des mâchoires, les maintiennent solidement en place.

Le tunnel

Il commence juste après la première fixation et est constitué d'un plancher et d'un dôme hémicylindrique en plexiglass transparent fermé à sa sortie par un grillage. Si l'on soulève le dôme qui pivote sur une charnière, par un jeu de leviers le plancher se rabat vers le bas. Le tunnel peut donc s'ouvrir sur toute sa longueur en un bâillement qui laisse la seconde fixation en porte à faux.

Seconde fixation

A l'intérieur même du tunnel une large boucle formée d'une série de lanières alternées en polyéthylène, dont les extrémités de chaque côté passent entre le plancher et le dôme, peut être fermée ou ouverte grâce à deux leviers latéraux qui les poussent ou les tirent. Ces leviers pivotent à partir d'un charriot à galets, qui est situé sous le plancher et glissant sur deux barres parallèles, permet également un mouvement de va et vient sur toute la longueur du tunnel. Ces barres de support sont suffisamment écartées entre elles pour permettre le passage du plancher quand il est rabattu vers le bas. Tout ce mécanisme peut également être immobilisé grâce à des freins de sécurité.

Technique d'utilisation

Un homme seul peut effectuer toutes les opérations sans danger, mais la présence d'un aide abrège la durée de l'opération. Position de marche de l'appareil:

- 1) L'appareil est branché à une prise d'électricité mais les lampes sont éteintes.
- 2) Le couvercle de la cage est ouvert.
- 3) Les mâchoires de la première fixation sont ouvertes.
- 4) Le tunnel est fermé.
- 5) La seconde fixation est ouverte au maximum de façon à ce que la boucle épouse la forme intérieure du tunnel et est poussée à fond contre la première fixation.

Opérations

1) Au moyen d'un long crochet le serpent est placé dans la cage, puis le couvercle est rabattu.

2) Les lampes sont allumées.

Le serpent cherchant à se soustraire à cette situation inconfortable, passe par le goulet et dans la boucle, puis s'engage dans le tunnel.

3) Dès qu'il y a pénétré suffisamment loin, on actionne la première fixation.

4) On éteint les lampes.

5) On ferme la boucle de la seconde fixation, puis on la fait glisser le long du cou jusqu'à la base de la tête. On peut serrer un peu plus fort mais sans étrangler et l'on tend légèrement sans trop étirer. On ferme tous les freins de sécurité.

6) On ouvre le tunnel, et la partie antérieure du serpent solidement fixée en deux points se présente à nu. La tête en porte à faux permet l'abaissement de la mandibule et le prélèvement de venin.

7) On referme le tunnel.

8) La première fixation est ouverte.

9) Le serpent est repoussé dans la cage au moyen de la seconde que l'on ouvre au dernier moment.

10) On ferme les mâchoires pour obstruer l'entrée du tunnel.

11) Le serpent est repris par l'arrière au moyen du crochet après avoir fait basculer la cage supérieure.

On peut traiter en moyenne de vingt à trente spécimens à l'heure.

Plusieurs milliers de prélèvements de venin ont été ainsi pratiqués pendant plusieurs années avec les mêmes sujets sans provoquer ni lésion, ni trouble émotif. Les serpents ont toujours été alimentés juste après le prélèvement.

Production de venin

Ce lot de serpents, constitué de 119 spécimens importés, plus leur descendance née en captivité, donc sans apport étranger, nous ont donné sur une période de 60 mois un total de 926,433 grammes de venin sec en 5187 extractions, dont 737,364 grammes pour les spécimens importés, et 189,069 grammes pour les jeunes. Ces 5187 extractions se répartissent en 54 séances dont les moyennes sont reprises au tableau 2. En ce qui concerne les animaux importés, on constate après une période d'adaptation s'étalant approximativement lors des quatre premières séances une certaine régularité dans la production qui va crescendo parallèlement à la croissance des spécimens et semble se stabiliser vers la 46^e séance à une dose moyenne de 250 mg qui est en

fait élevée par rapport aux moyennes de récoltes provenant de récoltes effectuées par les méthodes traditionnelles (7, 18). Le maximum enregistré a été de 489 mg pour une femelle de 130 cm de long. Le rendement des jeunes nés en captivité est tout aussi intéressant (tableau 3).

Tableau 2. Récolte du venin des spécimens importés
Moyennes par tête, et par séance en mg de venin sec

N ^o séance	Moyenne mg	N ^o séance	Moyenne mg	N ^o séance	Moyenne mg
1	81	19	185	37	214
2	94	20	160	38	237
3	117	21	160	39	221
4	91	22	170	40	216
5	127	23	178	41	232
6	150	24	175	42	232
7	155	25	175	43	223
8	141	26	174	44	233
9	120	27	175	45	241
10	133	28	169	46	256
11	130	29	162	47	254
12	134	30	177	48	250
13	144	31	203	49	300
14	167	32	195	50	215
15	176	33	206	51	265
16	181	34	229	52	247
17	197	35	243	53	261
18	162	36	242	54	232

Tableau 3. Récolte du venin des spécimens nés en captivité. Moyennes par tête et par séance en mg de venin sec pour les jeunes débutant à l'âge de trois ans et répartis en trois groupes suivant leur âge

N ^o séance	Moyennes mg			N ^o séance	Moyennes mg			N ^o séance	Moyennes mg		
	I	II	III		I	II	III		I	II	III
36	98			43	161			50	186	145	
37	102			44	151	113		51	208	181	
38	140			45	169	125		52	215	161	
39	133			46	175	126		53	237	181	82
40	177			47	211	140		54	214	180	127
41	207			48	199	140					
42	235			49	254	167					

Note: Groupe I, né en 1966. Groupe II, né en 1967. Groupe III, né en 1968.

Nous avons toujours constaté combien il était difficile d'évaluer la quantité de venin éjectée individuellement par un sujet lors d'une morsure. Elle n'est qu'occasionnellement en relation avec la taille du spécimen et dépend surtout d'une réaction émotionnelle. Il est clair qu'un sujet ne peut émettre plus de venin que celui contenu dans les lumens de ses glandes, donc qu'un grand serpent, s'il n'a pas évacué de venin peu de temps avant, en possède plus qu'un petit, mais souvent il n'en éjecte qu'une partie dont la quantité varie en fonction d'une réaction émotive. Lors des prélèvements, un petit sujet mâle par exemple sous l'emprise de la peur peut vider la quasi totalité de son contenu glandulaire, tandis qu'une grosse femelle plus placide peut très bien n'en émettre que quelques gouttes, alors qu'ensuite la quantité expulsée par le massage prouve que ses glandes étaient pleines.

Cette constatation pourrait expliquer le mécanisme du dosage permettant au serpent d'épargner son venin.

Rien qu'en interprétant les réactions d'un *Bothrops atrox* en présence d'une proie, on peut conclure qu'il est capable d'en estimer la taille et que son attitude varie suivant le degré d'émotion qu'elle lui inspire. Si on lui présente une souris, il la happe et la garde en bouche jusqu'à son immobilisation. Il est probable que peu de venin ait été injecté lors de cette morsure, mais la dose est suffisante. Par contre en présence d'un rat de 300 à 400 g, masse beaucoup plus impressionnante, l'attitude sera différente. Les morsures beaucoup plus puissantes peuvent se succéder à de rapides intervalles, mais seront toujours suivies d'un retrait immédiat. La crainte d'une riposte joue un rôle dans le déroulement de l'attitude d'attaque. Si l'on place un grand cobaye ou un lapin dans la cage, la peur domine et le serpent se réfugie dans un coin manifestant son trouble. S'il mord ce sera uniquement par protection.

Les degrés de gravité de morsures défensives s'échellonnent à partir d'un simulacre sans émission de venin et les crochets, à peine ou pas protractés, jusqu'à la morsure maximale consistant en une quadruple injection = les deux crochets simultanément, puis chacun d'eux alternativement sans lâcher prise. Cette attitude ne s'observe que sous l'emprise d'une très forte émotion et provoque l'émission d'une dose maximale de venin.

Méthode de prélèvement

Instruments: Un long crochet métallique gainé de caoutchouc. Un appareil de contention. Un récipient récolteur de venin en polyéthylène mou évitant tout contact traumatisant, recouvert d'une membrane de

plastique tendue. L'intérieur du récipient contient un sachet également en plastique dans lequel le venin s'écoule et où il est déshydraté sous vide après la séance.

Technique: Le serpent est pris au moyen du crochet, puis déposé dans l'appareil. Une fois fixé on lui présente le godet qui est en outre encore recouvert d'une très fine feuille de plastique changée à chaque spécimen dans un but prophylactique. Rarement le serpent mord de lui même et dans 90 % des cas il faut lui planter les crochets dans la membrane au moyen de brucelles, puis, alors que la tête est bien fixée, on appuie l'index entre les deux yeux, et du pouce et du majeur on lui masse lentement les glandes venimeuses. Souvent rien qu'au contact des doigts le spécimen contracte les muscles temporaux, ce qui facilite l'évacuation du contenu glandulaire. Pendant cette opération, l'aide qui avait pris le serpent, dépose une souris morte dans la cage vide. Le serpent y est replacé et dès qu'il entame son repas on lui offre encore trois ou quatre souris mortes, suivant sa taille.

Rythme: Comme l'a démontré KOCHVA (23) un rythme à la cadence de 28 jours semble donner un rendement optimum. En outre il a l'avantage pour nous de coïncider avec un rythme alimentaire convenable, les sujets étant suffisamment affamés pour accepter dans 95 % des cas. Un rythme plus espacé serait au détriment de la production de venin et prolongerait trop l'espace entre les repas des spécimens qui n'auraient pas accepté la première fois, car pour faciliter l'organisation du travail, nous n'alimentons jamais les donneurs de venin en dehors des prélèvements. Les sujets nés en captivité, qui finiront par constituer notre unique cheptel, se sont très adaptés à cette contrainte, et y sont tellement conditionnés que parfois seul la vue des préparatifs et la vue de l'appareil de contention les excitent comme jadis avant chaque distribution de repas.

Nous avons essayé en 1967, l'emploi d'électrochocs afin d'éviter le massage manuel des glandes, mais nous avons dû l'abandonner rapidement, car après un ou deux jours les serpents montraient encore une agressivité inhabituelle, et certains refusèrent de s'alimenter pendant plusieurs mois. Nous avons également essayé d'anesthésier les serpents par MS 222 (Sandoz) en obtenant un résultat intéressant soit par contact direct de la solution sur les muqueuses buccales, soit par inhalation d'aérosols mais sans intérêt pratique pour les prélèvements de venin (26).

Le venin des serpents importés et celui de ceux d'élevage ne montre jusqu'ici aucune carence.



Fig. 1. Une salle d'élevage.

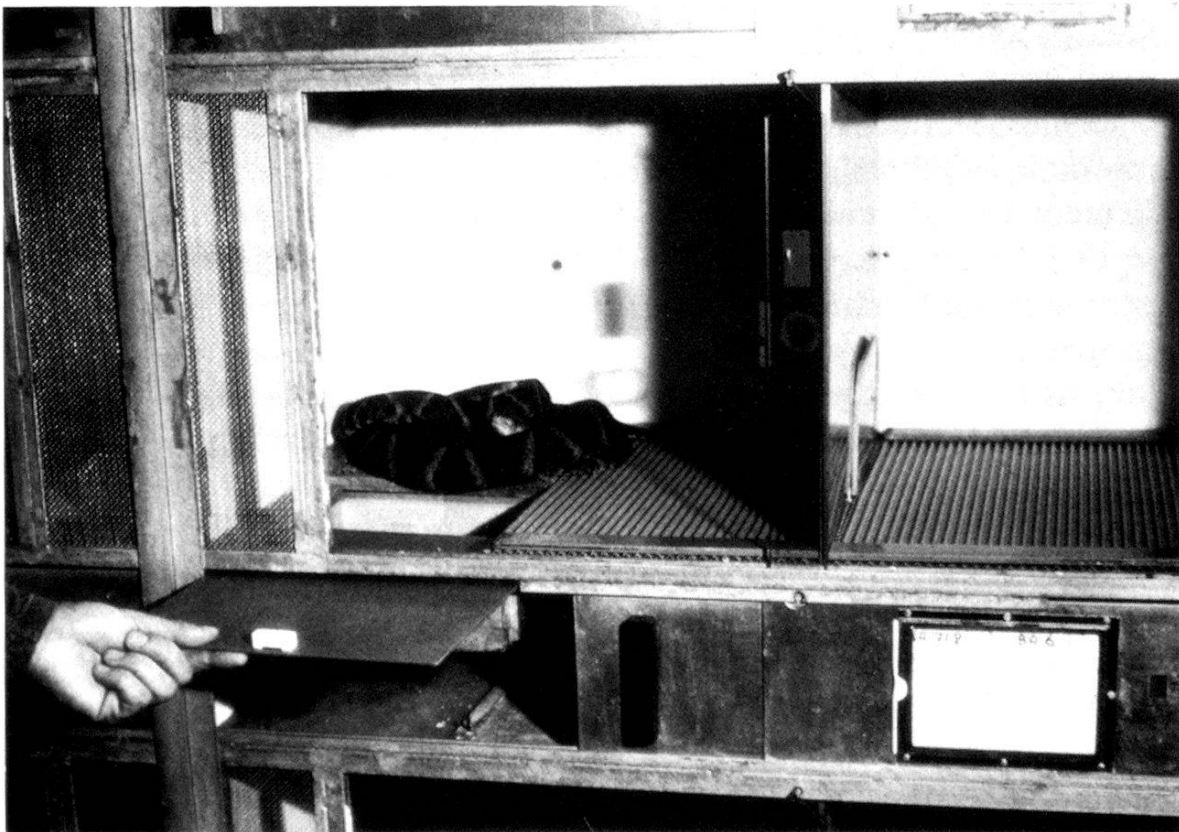


Fig. 2. Détail d'une cage.

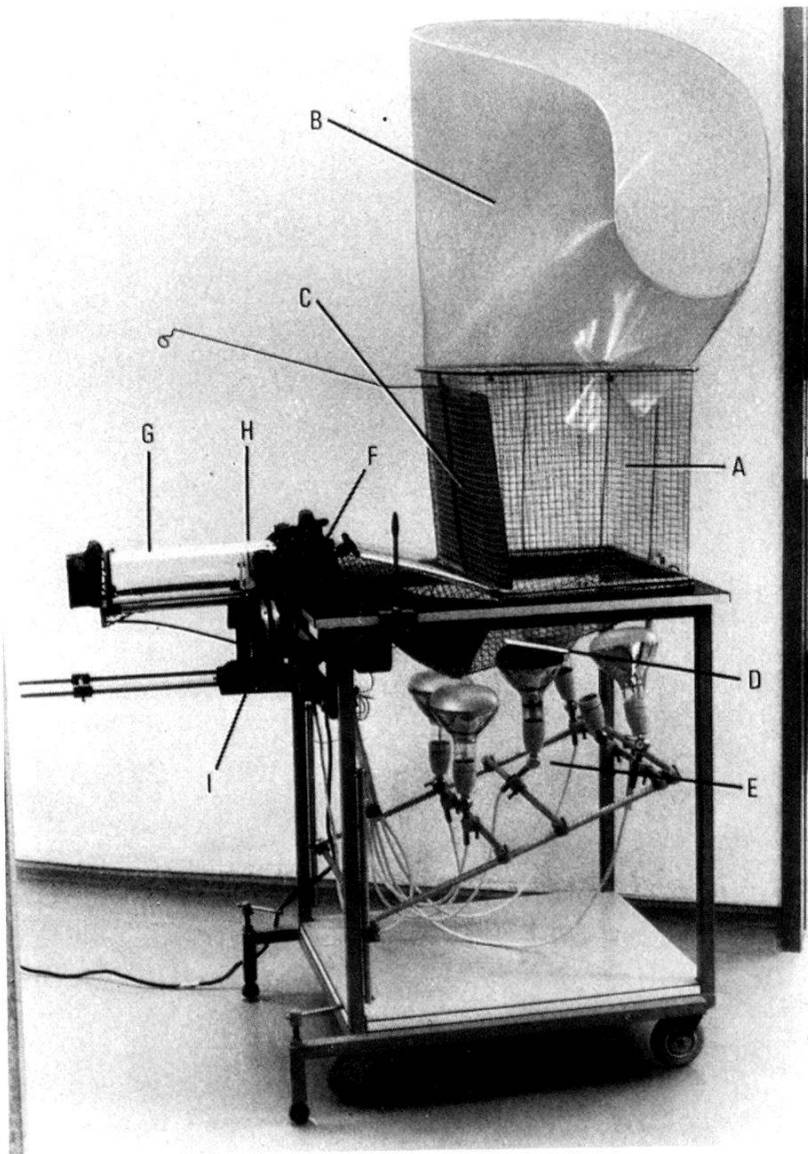


Fig. 3. Appareil de contention: A: Partie supérieure de la cage; B: cornet en celluloïde; C: couvercle; D: partie inférieure de la cage; E: batterie de lampes; F: première fixation; G: tunnel en plexiglass; H seconde fixation; I: charriot de la seconde fixation.

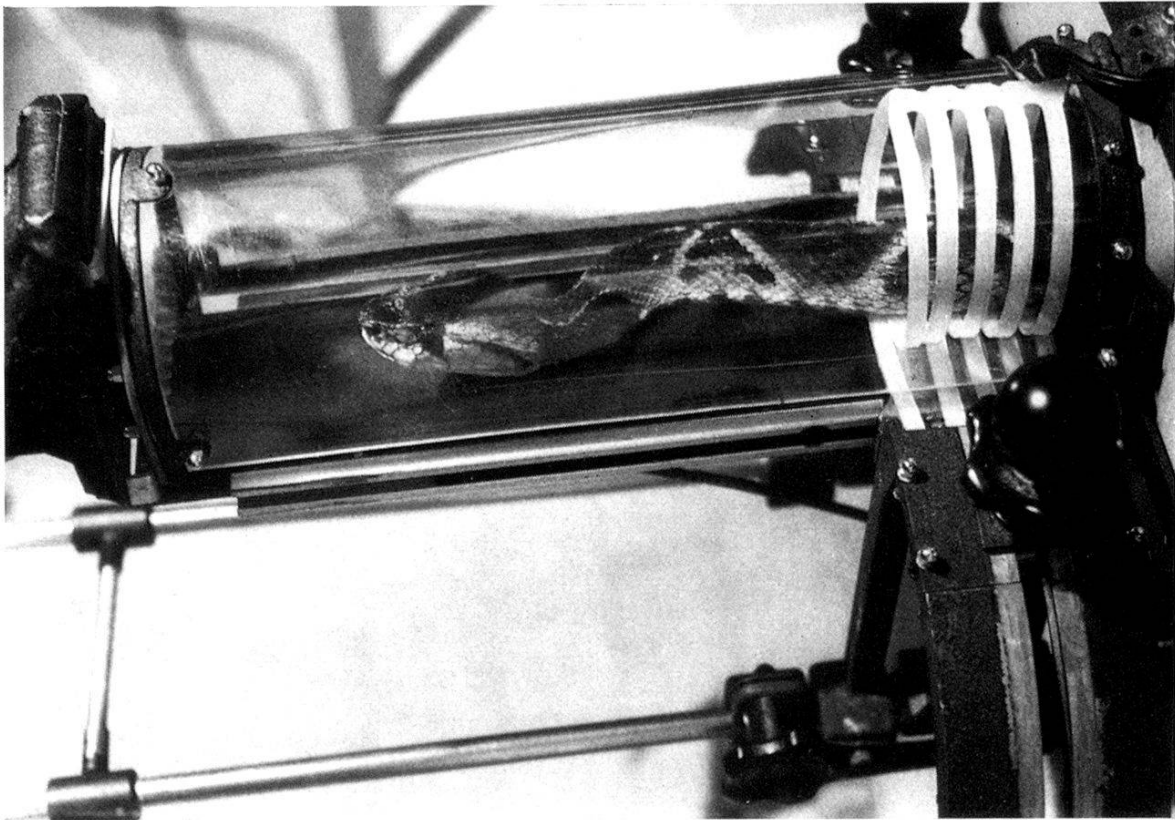


Fig. 4. Le serpent en pénétrant dans le tunnel passe à travers les deux fixations, la première est actionnée et le maintient.

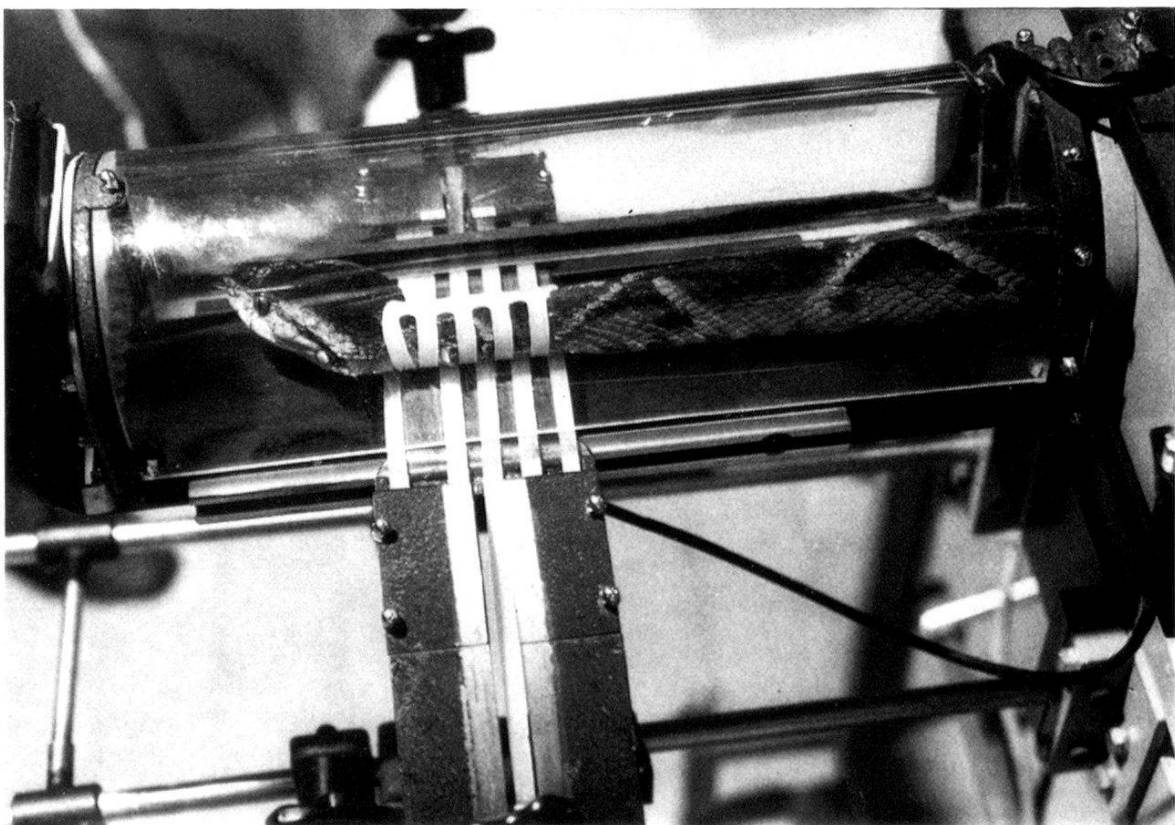


Fig. 5. On fait glisser la seconde fixation le long du cou jusqu'à la base de la tête.

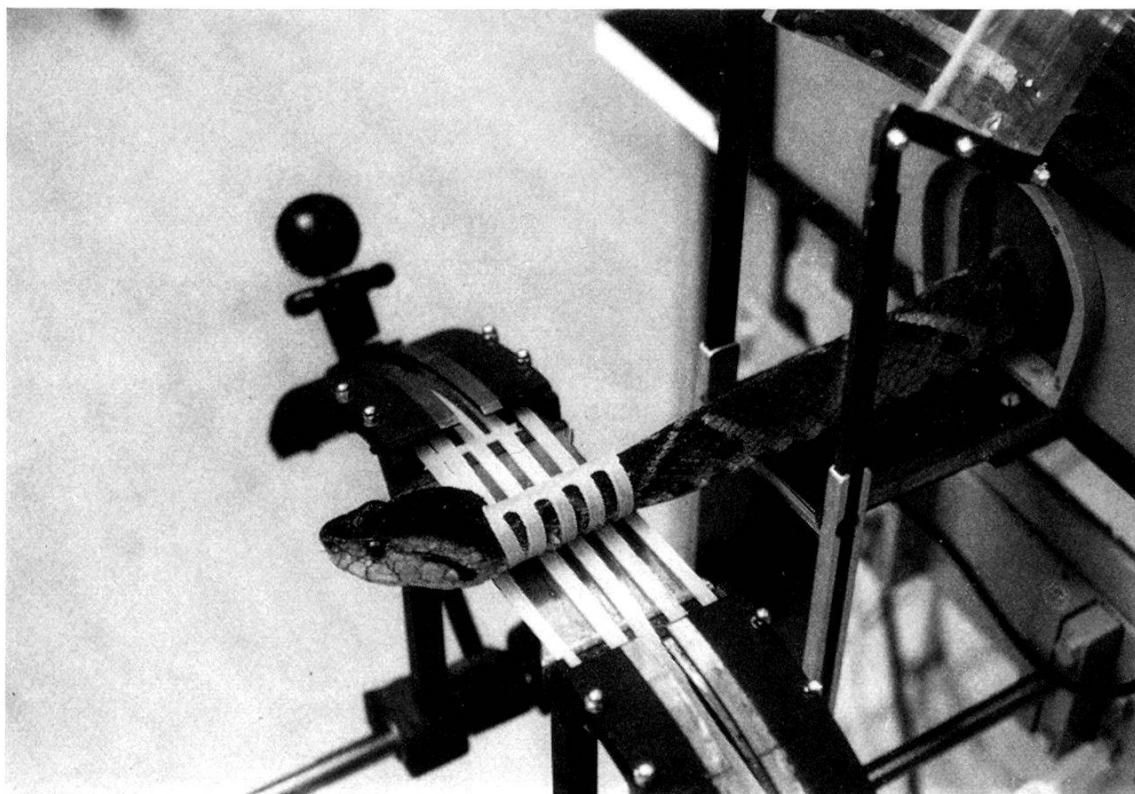


Fig. 6. Ensuite on ouvre le tunnel, et la partie antérieure du serpent bien fixée en deux points se présente à nu.



Fig. 7. Prélèvement de venin: après introduction des deux crochets à travers la membrane tendue sur le récipient, on pratique le massage des glandes.



Fig. 8. Copulation: le mâle se trouve à l'avant plan.

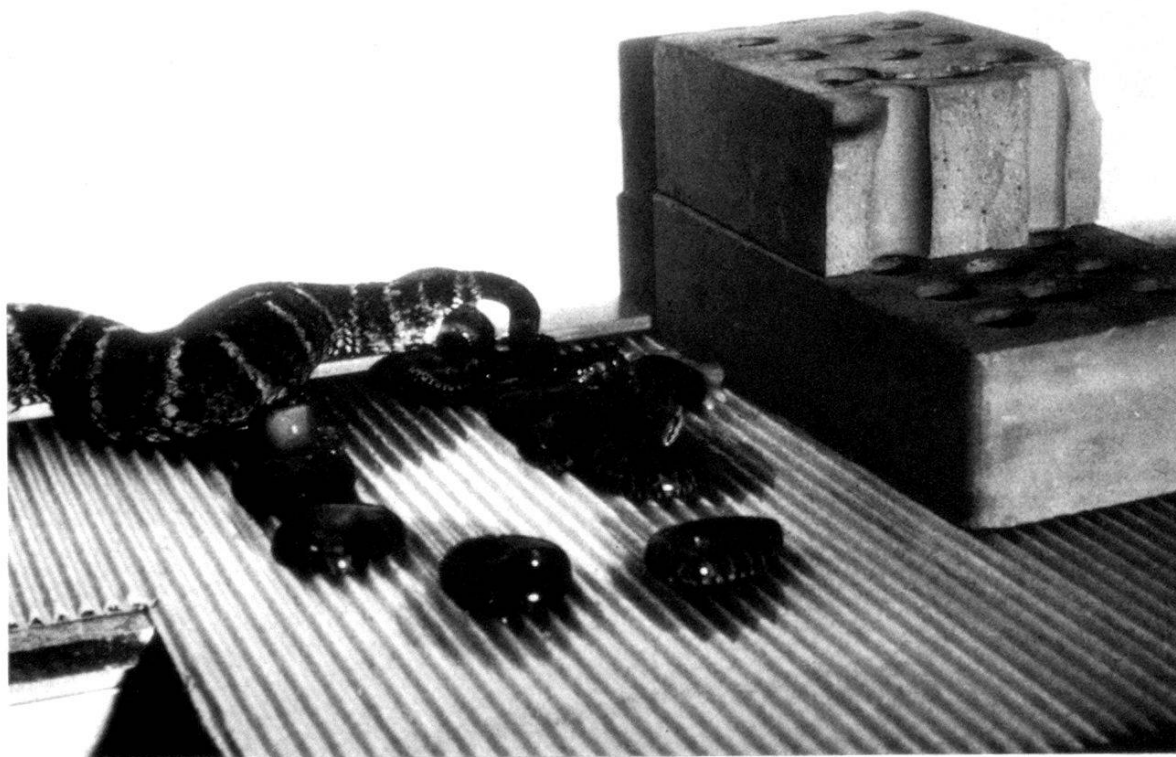


Fig. 9. Ponte, au moment de l'expulsion d'un œuf.

Conclusions

Nous pensons qu'il est possible de rationaliser les élevages de serpents au point de ne plus devoir prélever un tribut sur la faune sauvage qu'à titre exceptionnel, mais qu'il reste encore tout à faire dans ce domaine. Ce timide essai quoique imparfait nous a encouragés au point de nous permettre d'envisager dans un très bref délai un agrandissement du serpentarium hébergeant plus d'un millier de spécimens.

Comme pour beaucoup de produits d'origine animale, l'époque des chasses est révolue pour faire place à celle de l'élevage.

Bibliographie

1. ANGEL, F. (1950). Vie et mœurs des serpents, p. 252 et p. 302. – Paris: Payot.
2. ASHLEY, B. D. & BURCHFIELD, P. M. (1968). Maintenance of a snake colony for the purpose of venom extraction. – *Toxikon* 5, 267–275.
3. BACKHAUS, D. (1963). Zur Behandlung und Pflege von Schlangen. In: *Die Giftschlangen der Erde*, pp. 223–253. – Marburg/Lahn: Beringwerk-Mitteilungen, Sonderband.
4. BARRIO, A. & BRAZIL, O. V. (1950). Ein neues Verfahren der Giftentnahme bei Spinnen. – *Experientia* (Basel), 6, 112–113.
5. BARME, M. (1968). Venomous sea snakes (Hydrophiidae). In: *Venomous Animals and Their Venoms*. Vol. I, Chap. 11, pp. 285–308. – New York and London: Academic Press.
6. BELLUOMINI, H. (1965). Venom production of snakes in captivity. – *Mem. Inst. Butantan* 32, 79–88.
7. BELLUOMINI, H. (1968). Extraction and quantities of venom obtained from some Brazilian snakes. In: *Venomous Animals and Their Venoms*. Vol. I, Chap. 5, pp. 97–117. – New York and London: Academic Press.
8. BUECHERL, W. (1971). Spiders. In: *Venomous Animals and Their Venoms*. Vol. III, Chap. 51, pp. 263–265. – New York and London: Academic Press.
9. BUECHERL, W. (1971). Classification, biology and venom extraction of scorpions. In: *Venomous Animals and Their Venoms*. Vol. III, Chap. 55, pp. 317–347. – New York and London: Academic Press.
10. BUECHERL, W. (1963). Über die Ermittlung von Durchschnitts- und Höchst-Giftmengen bei den häufigsten Giftschlangen Südamerikas. In: *Die Giftschlangen der Erde*, pp. 67–120. – Marburg/Lahn: Behringwerk-Mitteilungen, Sonderband.
11. CHEYMOL, J., TAMYIA, N., BOURILLET, F. & ROCHARVEILLER, M. (1972). Action neuromusculaire du venin de serpent marin «Erabu» (*Laticauda semifasciata*) et des erabutoxines *a* et *b*. – *Toxikon*, 10, 125–131.
12. DEORAS, P. J. (1971). The story of some Indian poisonous snakes. In: *Venomous Animals and Their Venoms*, Vol. II, Chap. 22, pp. 19–23. – New York and London: Academic Press.
13. EGBERG, N. & NORDSTROEM, S. (1970). Effects of reptilase-induced intravascular coagulation in dogs. – *Acta physiol. scand.* 79, 493–505.
14. FONSECA, F. DA & OLIVEIRA RIBEIRODA. (1949). *Animais Peconhentos*. – São Paulo: Instituto Butantan.
15. FREYVOGEL, T. A., HONEGGER, C. G. & MARETIĆ, Z. (1968). Zur Biologie und Giftigkeit der Ostafrikanischen Vogelspinne *Pterinochilus spec.* – *Acta trop.* 25, 217–255.

16. FREYVOGEL, T. A. (1965). Quantity and toxicity of *Bitis lachesis* venom. – Acta trop. 22, 267–269.
17. FREYVOGEL, T. A. & HONEGGER, C. G. (1965). Der «Speiakt» von *Naja nigricollis*. – Acta trop. 22, 289–302.
18. FREYVOGEL, T. A. & HOFMANN, E. (1965). Schlangenbisse und ihre Behandlung. – Acta trop. 22, 11–36.
19. FUNK, C., GMUER, J., HEROLD, R. & STAUB, P. W. (1971). Reptilase®-R-. A new reagent in blood coagulation. – Brit. J. Haemat. 21, 43.
20. HOGE, A. R. (1965). Preliminary account on neotropical crotalinae. – Mem. Inst. Butantan. 32, 109–184.
21. KLAUBER, L. M. (1956). «Rattlesnakes», their habits, life histories and influence on mankind. 2 Vols. – Berkeley: Univ. of California Press.
22. KLOBUSITZKY, D. M. DE (1954). Gerinnungsfördernde und gerinnungshemmende Bestandteile von Schlangengiften. – Klin. Med. (Wien), 9, 310.
23. KOCHVA, E. (1960). A quantitative study of venom secretion by *Vipera palaestinae*. – Amer. J. trop. Med. Hyg. 9, 381–390.
24. LELOUP, P. (1963). Récolte du venin de Mamba. – Zoo, Anvers, 29, 65–70.
25. LELOUP, P. (1964). Observations sur la reproduction du *Dendroaspis jamesoni kaimosae*. – Bull. Soc. roy. Zool. Anvers, No. 33.
26. LELOUP, P. (1970). Essais avec M.S. 222 Sandoz sur Crotalidae. – Sem. Sandoz, Wander, Horgen, Zürich, Jan. 1970.
27. MEADOWS, P. & RUSSEL, E. (1970). Milking of arthropods. – Toxikon, 8, 311–312.
28. MEYER, K. & LINDE, H. (1971). Collection of toad venoms and chemistry of the toad venom steroids. In: Venomous Animals and Their Venoms. Vol. II, Chap. 40, pp. 521–556. – New York and London: Academic Press.
29. O'CONNOR, R., ROOSENBRONK, W. M. & ERIKSON, R. (1963). Hymenoptera. Pure venom of bees, wasps and hornets. – Science, 139, 420.
30. PERRET, B. A. & FREYVOGEL, T. A. (in press). Further investigation on the East African orthognath spider *Pterinochilus* spec.
31. PHISALIX, M. (1922). Animaux venimeux et venins. Vol. I, pp. 236 et 388, Vol. II, pp. 73–74 et 447. – Paris: Masson et Cie.
32. RAUDONAT, H. W. (1963). Zur Biochemie und Pharmakologie der Schlangengifte mit einem Beitrag über ihre chemischen Eigenschaften. In: Giftschlangen der Erde, pp. 11–30. – Marburg/Lahn: Behringwerk-Mitteilungen, Sonderband.
33. REID, H. A. (1956). Sea-snake bite research. – Trans. roy. Soc. trop. Med. Hyg. 50, 517–538.
34. ZLOTKIN, E. & SHULOV, A. (1969). A simple device for collecting scorpion venom. – Toxikon, 7, 331–332.

Zusammenfassung

Schlangengifte enthalten eine Reihe seltener Stoffe, die neuerdings auch industriell verwertet werden. Vor allem enthält das Gift gewisser Schlangen vom Genus *Bothrops* unter anderem Enzyme, die auf die Blutgerinnung wirken und für Medizin und Biochemie von großem Interesse sind. Infolge der industriellen Herstellung von Spezialitäten aus diesen Enzymen sind in der Rohmaterialbeschaffung große Schwierigkeiten entstanden. Nach einem kurzen historischen Überblick über Methoden der Giftgewinnung an Tieren wird der Schluß gezogen, daß ein intensives Sammeln von Gift die Gefahr der Ausrottung gewisser Tierarten mit sich bringt, einerseits durch eine zu intensive Bejagung der natürlichen Biotope und andererseits durch eine hohe Sterblichkeit in Gefangenschaft.

Es werden die Resultate eines vielversprechenden Versuches mitgeteilt. Seit fünf Jahren wird eine Kolonie *Bothrops atrox* in Gefangenschaft gehalten, wobei man um Rationalisierung bemüht ist. Größtes Gewicht wird auf eine optimale Eingewöhnung der Tiere gelegt, bevor mit ihrer Ausbeutung begonnen wird. Es wurden neue Halteapparaturen entwickelt, die erlauben, Schäden, die bei wiederholten Giftentnahmen in Schlangenzentren auftreten, zu verhüten.

Summary

Snake venoms contain a number of rare substances which are being used in modern medicine. In particular, it was discovered that the venom of certain species of the *Bothrops* genus contains – among other things – enzymes which act on blood coagulation and which, therefore, are of great interest for medicine and biochemistry. The production, on an industrial scale, of pharmaceuticals from such enzymes has caused serious difficulties of raw material supply.

A short historic survey of the methods of venom collection from animals appears to show that, unless precautions are taken, certain species are being exterminated due to inconsiderate hunting and to unsuccessful maintenance and breeding under laboratory conditions.

Since five years, a colony of several hundred *Bothrops atrox* is being kept in captivity under the author's supervision. Practical and economical methods are described. Emphasis is laid on acclimatisation of the animals before they are used for venom collection. For this a special apparatus has been evolved which makes it possible to hold the snakes in such a way that any damage to the animals is avoided.

Thus, one of the first breedings in captivity has been established. Since the results are encouraging it is considered that, in the future, breeding may be the only acceptable possibility to ensure collection of sufficiently large venom quantities.