

Recherches Sur La " Glande Salivaire Postérieure ,, de l'Octopus Macropus

Ph Bottazzi

To cite this article: Ph Bottazzi (1921) Recherches Sur La " Glande Salivaire Postérieure ,, de l'Octopus Macropus, Archives Internationales de Physiologie, 18:1, 313-331, DOI: [10.3109/13813452109144186](https://doi.org/10.3109/13813452109144186)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.3109/13813452109144186>



Published online: 26 Sep 2008.



Submit your article to this journal [↗](#)



View related articles [↗](#)



Citing articles: 2 View citing articles [↗](#)

**RECHERCHES SUR LA
" GLANDE SALIVAIRE POSTÉRIEURE ,, DE
L'OCTOPUS MACROPUS**

PAR

Ph. BOTTAZZI

(*Laboratoire de Physiologie de la Stazione Zoologica de Naples*)

(5 figures)

I. — LA GLANDE ET SON APPAREIL DE STIMULATION.

LA « *glande salivaire postérieure* » des Céphalopodes ⁽¹⁾ n'est pas, comme pourrait le faire croire son nom, une vraie *glande salivaire*, mais une *glande à venin*, c'est-à-dire une *glande salivaire* modifiée en vue de l'élaboration d'une ou de plusieurs substances vénéneuses dont ces animaux se servent pour paralyser leur proie.

La forme et la situation de l'organe dans le corps de l'*Octopus macropus* (*Octopus vulgaris* et l'*Eledone moschata* ont la dite glande beaucoup plus petite et par suite moins propre aux recherches de physiologie, mais entièrement douée des mêmes propriétés générales), se voient sur la fig. 1, dessinées à la grandeur naturelle, puis réduites aux deux tiers. La glande est contenue dans une enveloppe formée de deux membranes, l'une externe musculaire et épaisse, l'autre interne fort mince. Si on sectionne les ligaments supérieurs *l*, qui la maintiennent fixée à la paroi du corps et par lesquels passent les vaisseaux sanguins, les ligaments inférieurs, eux aussi vascularisés, par lesquels elle est attachée à l'estomac *S*, et le conduit extérieur commun *ce*, qui s'étend parallèlement à l'aorte *a* et à l'œsophage *e*, la glande *G*, impaire mais constituée de deux lobes ordinairement égaux de forme et de dimension, peut être facilement

(1) Voir la bibliographie dans mes publications précédentes : (1) *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, 1, 59-146, 1916. — (2) *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli (Ricerche di Fisiologia e di Chimica fisiologica)*, 1, 69-148, 1918. — (3) *Rendc. della R. Acc. dei Lincei* (5), XXVII (1^o sem.), 191 et 227, 1918. — *Ibidem*, XXI X (1^o sem.), 32, 1920. — *Ibidem*, XXX (1^o sem.), 9, 1921.

extirpée après avoir fait une section longitudinale sur la face dorsale du corps de l'animal.

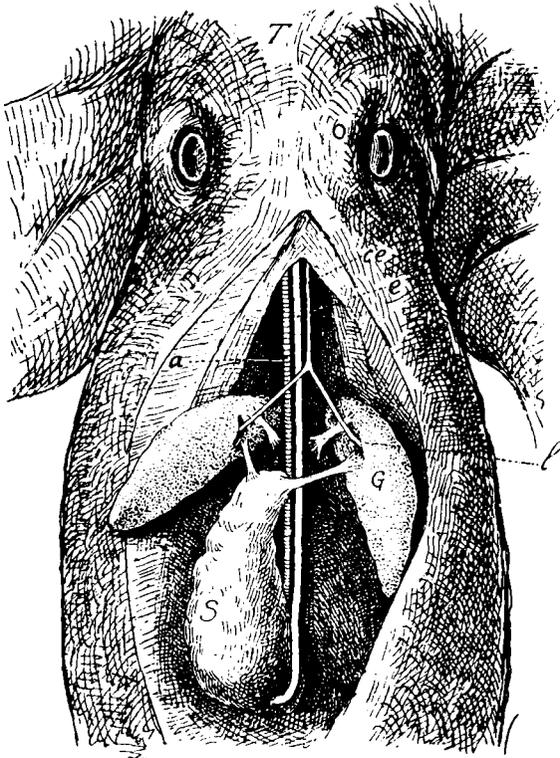


FIG. 1.

La « glande salivaire postérieure » de l'*Octopus macropus*, *in situ*. T, tête de l'*Octopus*. a, aorte. e, œsophage. ce, conduit excréteur commun de la glande G. S, estomac plein d'aliments. l, ligament suspenseur par lequel passent les vaisseaux sanguins de la glande. (Plus bas se voit l'autre ligament qui unit la glande à l'estomac). (D'après nature, deux tiers grandeur naturelle).

Comme les nerfs de la glande sont situés dans l'épaisseur de la paroi du conduit excréteur, l'excitation électrique de ce conduit, muni au préalable d'une canule en platine, peut, à volonté, provoquer l'activité sécrétive de la glande.

L'appareil qui me sert dans ce but est représenté fig. 2. Dans un bloc de bois B¹ est creusé une excavation de dimension à contenir la glande Gh plongée dans 5 à 10 cc. de liquide qui peut être du sang

de l'animal ou de l'eau de mer, ou aussi de la solution isotonique ($0.6N = 3.5\%$ environ de NaCl).

La petite canule de platine ca' , disposée sur une plaquette de platine p en connexion par le moyen d'un fil métallique avec le serre-fil 2, constitue une des électrodes excitatrices. L'autre est représentée par un fil de platine p' , plongé dans le liquide (qui est toujours une solution d'électrolytes et par conséquent conducteur de l'électricité), qui est relié à l'autre serre-fil 1.

On emploie pour l'excitation électrique l'accumulateur E et l'in-

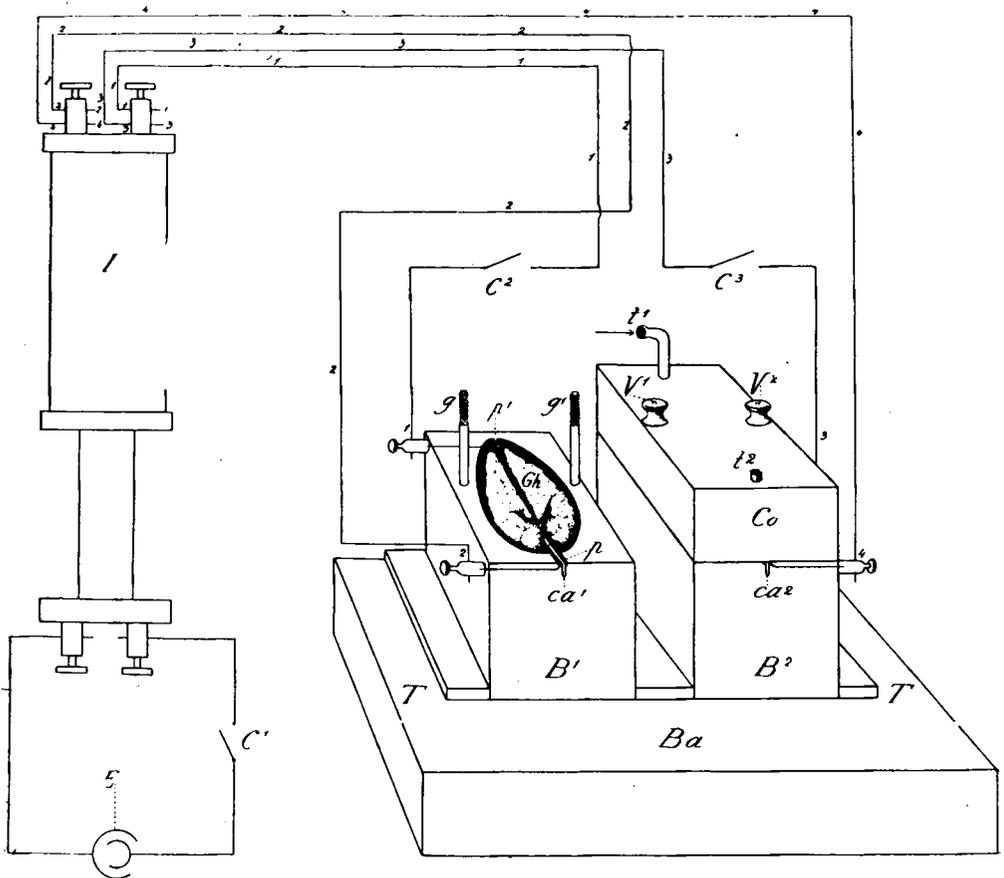


FIG. 2.

Disposition pour exciter la glande Gh disposée dans la cavité creusée dans le bloc de bois paraffiné B^1 .

Pour la signification des autres lettres, voir dans le texte.

ducteur à glissière *I*. Le courant électrique est amené à l'organe par le conduit excréteur qui contient les nerfs et par la superficie de la glande.

A côté du bloc B^1 de la figure 2 est représenté un autre bloc B^2 , semblable, sur lequel est fixé un couvercle *Co* par deux vis V^1 et V^2 et qui porte deux tubes t^1 et t^2 , par lesquels on peut faire passer un courant de gaz quelconque (par exemple, d'azote quand on veut placer la glande dans une atmosphère exempte d'oxygène).

En plaçant un petit récipient sous l'orifice des canules de platine ca^1 et ca^2 , on peut recueillir le produit de sécrétion.

Le poids moyen de la glande est de 5.77 gr. Il varie ordinairement entre 4 et 8 gr. Mais certaines glandes pèsent jusqu'à 12 et 15 gr. (¹). La glande du mâle est de 2 à 3 fois plus grosse que celle de la femelle. Dans un cas, j'ai trouvé la glande atrophiée (de la grandeur d'un petit pois) avec un conduit excréteur quasi normal : cependant l'*Octopus* (un mâle) était bien développé et ne présentait aucune autre anomalie apparente.

Le conduit excréteur et le corps de la glande sont contractiles. Au moyen de dispositifs spéciaux qui sont décrits dans ma publication (1), les mouvements automatiques du conduit et ceux qui sont provoqués dans le conduit et dans les corps glandulaires peuvent être enregistrés graphiquement. (Voir publication (1).)

Je résumerai brièvement les résultats des recherches que j'ai faites jusqu'à présent sur la « glande salivaire postérieure » de l'*Octopus macropus*, publiées soit *in extenso* (travaux (1) et (2)), soit en résumé dans de courtes notes préliminaires (trav. 1) (3), soit encore inédites et qui regardent plus spécialement l'activité sécrétoire de l'organe.

II. — PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DE LA GLANDE.

Les effets de la stimulation électrique de l'organe sont multiples :
a) contraction rapide du conduit excréteur ainsi que de ses deux branches de division ; *b*) contraction des corps glandulaires qui se

(¹) Le 30 juin de cette année, j'ai rencontré chez un *Octopus* ♂ du poids de 1040 gr., une glande salivaire postérieure colossale, du poids de 19.2 gr.. C'est la plus grosse que j'aie trouvée sur une centaine d'*Octopus macropus* ouverts par moi pendant les cinq années qu'ont duré mes recherches sur cet organe. Cette glande fut trouvée entièrement normale et donna, en deux heures environ, près de 5 cc. de sécrétion.

manifeste par un froncement et un dessèchement de leur superficie baignée ; c) émission du produit de sécrétion le plus souvent goutte à goutte, parfois même en jet. Le seuil de l'excitation est moins élevé pour les conduits excréteurs, plus élevé pour les corps glandulaires en ce qui regarde la contractilité, plus élevé encore en ce qui regarde l'activité sécrétive de l'organe.

On n'observe pas de différence notable d'excitabilité entre la glande stimulée *in situ* et irriguée par le sang et la glande extraite du corps et immergée dans le sang ou dans l'eau de mer. Dans cette dernière condition, la glande peut continuer à sécréter pendant 1 à 2 heures et donner, pour les glandes les plus grosses, jusqu'à 1.5 et 2 cc. de sécrétion (1). D'ailleurs elle a la propriété d'absorber, par sa superficie externe quasi comme une éponge, le liquide dans lequel elle est plongée. Le liquide pénètre dans les espaces intertubulaires, qui se dilatent quand les tubes de sécrétion, par l'effet de l'excitation, se contractent et n'en sort qu'avec la fin de la contraction : cela équivaut à une irrigation sanguine de l'organe, laquelle est réalisée par la dilatation mentionnée des espaces intertubulaires qui accompagne l'état d'excitation de l'organe.

Les stimulations les plus efficaces pour provoquer la sécrétion sont celles de fréquence plutôt élevée (celles correspondant aux oscillations du marteau de Neef) et d'intensité moyenne (1 à 2 accumulateurs, distance entre les bobines de l'appareil d'induction $D = 110$ à 80 mm.), durant de 3'' à 5'', appliquées à des intervalles de 4' à 6'. Les stimulations trop fortes et trop fréquentes produisent ordinairement la contracture des tubes sécrétoires et fatiguent promptement l'organe.

Si la glande est laissée entièrement à sec ou est tenue sous très peu de sang ou d'eau de mer, pour autant qu'elle soit excitable, elle se contracte vivement quand on l'excite, mais donne seulement quelques gouttes de liquide de sécrétion et puis plus rien. La glande donne le maximum de produit de sécrétion quand elle est entièrement plongée dans un volume considérable de liquide. On peut dire qu'elle ne sécrète que par la partie immergée. En réalité elle fonc-

(1) La quantité de liquide sécrété que l'on peut obtenir en totalité de cette glande, rapportée au poids de l'organe, est notablement inférieure à celle que fournissent les glandes salivaires des mammifères. Ceci est en accord avec la nature de l'organe, qui, comme il a été dit, n'est pas une glande digestive, mais une « glande à venin ».

tionne, en ce qui concerne le transport de liquide à travers ses cellules, de l'extérieur vers la lumière des conduits excréteurs, comme une pompe munie d'un système de valvules qui ne s'ouvrent que dans une seule direction.

La « glande salivaire » de l'*Octopus* fonctionne encore très bien après avoir été lavée un grand nombre de fois (10-15) avec beaucoup d'eau de mer et avoir été autant de fois stimulée pour éloigner le liquide, qui, après chaque stimulation, reste dans les espaces inter-tubulaires.

Le liquide souvent redevient trouble après chaque lavage. mais l'observation microscopique démontre que le trouble est dû aux leucocytes tenus en suspension. Je n'ai donc pu, sur cette glande, confirmer les observations de DEMOOR (1) sur la glande sous-maxillaire du chien, concernant la nécessité admise par lui de la présence d'une certaine quantité de sang dans le liquide d'irrigation.

III. — CONTRACTILITÉ AUTOMATIQUE DU CONDUIT EXCRÉTEUR.

Les conduits excréteurs, qu'ils soient unis aux corps glandulaires ou séparés d'eux, montrent souvent de vifs mouvements rythmiques automatiques : leur fréquence varie de 4 à 7 contractions par minute à la température moyenne de 20° C. Ces contractions débutent au hile du corps glandulaire et le rythme des deux branches peut être différent. Les corps glandulaires ne présentent pas de mouvements visibles dans les conditions normales ; mais, dans certaines conditions expérimentales, par exemple quand la glande est immergée dans certaines solutions salines (voir plus bas), les tubes glandulaires aussi se contractent probablement d'une façon rythmique.

Je ne suis pas en état de décider si l'automatisme moteur est de nature neurogène ou myogène. Mais comme AZZI (2) n'a pas réussi à découvrir des cellules nerveuses ganglionnaires dans la paroi du conduit excréteur, l'automatisme pourrait être de nature myogène. L'atropine et la p-hydroxyphényléthylamine augmentent la fréquence de ces contractions automatiques, mais en en diminuant la hauteur. La vératrine provoque de fortes contractures. Le produit de sécrétion

(1) J. DEMOOR. *Arch. intern. de Physiol.*, X, 377, 1911, ; XII, 52, 1912; XIII, 187, 1913.

(2) A. AZZI. *Arch. ital. di Anatomia e di Embriologia*, XVI, 246, 1917.

(quelques gouttes), versé sur la surface externe du conduit, augmente la fréquence des mouvements rythmiques et la contracture. Notons le fait que ce produit de sécrétion contient (voir plus loin) la p-hydroxyphényléthylamine ; cette dernière substance n'agit donc sur la contractilité du conduit que si elle est appliquée à sa surface externe.

IV. — PROPRIÉTÉS DU LIQUIDE DE SÉCRÉTION.

Le liquide sécrété, d'abord très limpide, devient rapidement opalescent, puis se trouble complètement et enfin devient filant. Le trouble dépend, comme le montre l'observation microscopique, de la présence de corpuscules arrondis pleins de gros granules brillants. Ces corpuscules sont des fragments de cytoplasme qui se sont détachés de l'extrémité interne des grandes cellules glandulaires cylindriques, peut-être sous l'influence des contractions répétées et énergiques de la musculature péri-tubulaire. Par les effets de la tension superficielle, les fragments du cytoplasme deviennent globulaires, comme les extrémités des cellules dont ils se sont détachés.

Le produit de sécrétion est à peine légèrement hypertonique ($\Delta = 2.7^\circ$ à 2.8° C) par rapport au sang ($\Delta = 2.51^\circ$ C) d'*Octopus* et à l'eau du Golfe de Naples ($\Delta = 2.3^\circ$ C). La conductivité électrique $K_{18,5^\circ} = 411 \times 10^{-4}$ est égale à celle du sang $K_{18,5^\circ} = 412 \times 10^{-4}$. La glande, par conséquent, n'exécute aucun travail osmotique digne d'être noté pendant son activité sécrétrice. En d'autres termes, pendant la sécrétion, l'eau et les sels passent dans le produit sécrété approximativement dans la même proportion dans laquelle ils se trouvent dans le sang ou dans l'eau de mer. Mais l'hémocyanine ne passe pas. En effet, le produit, chauffé jusque vers 90° C, devient laiteux mais ne floccule pas. Par contre, l'hémocyanine floccule à une température inférieure à 90° . L'alcool (3-4 volumes) provoque dans le produit sécrété un abondant précipité blanc, caséeux. Mais si ce précipité provient des fragments de cytoplasme dont il a été question ou aussi des protéines dissoutes on ne peut le dire, car il est difficile d'obtenir un volume suffisant de produit tout à fait limpide pour essayer la réaction.

Dans le produit conservé sous le toluol, comme aussi dans les extraits de glande préparés à l'eau de mer et conservés de la même façon, apparaissent le plus souvent, après un temps variant de plu-

sieurs jours à quelques semaines, des amas de cristaux de tyrosine en nombre considérable et variable. Le produit et les extraits donnent à froid une intense réaction de Millon et avec le temps se colorent en brun jaunâtre comme les solutions d'adrénaline. La substance qui donne la réaction de Millon et la coloration brune est la p-hydroxyphényléthylamine découverte par HENZE (1) dans les extraits alcooliques de la glande.

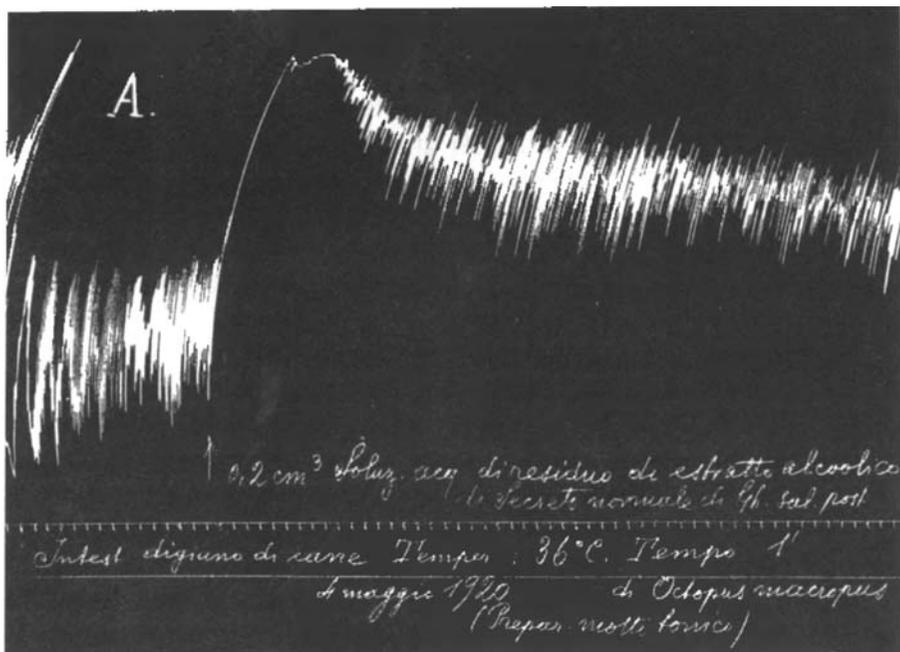


FIG. 3 A.

A et B : tracés d'intestin grêle du chien, plongé dans 80 cc. de liquide de Ringer oxygéné. Température : 36° C. Temps : 1' (3 mai 1920).

En 1, de A : 0.2 cc. de solution aqueuse filtrée du résidu de l'extrait alcoolique du produit de sécrétion normal de la « glande postérieure » d'*Octopus macropus*.

En 2, de B : 1 cc. de la même solution.

En 3, de B : 0.5 cc. de la même solution.

Mes expériences ne me permettent pas de décider avec certitude si la tyrosine se forme aux dépens de cette base dans ces liquides, et si la tyrosine fournit par décarboxylation la p-hydroxyphé-

(1) M. HENZE. *Zeit. f. physiol. Chem.*, LXXXVII, 51-58, 1913.

nyléthylamine dans les cellules de la glande vivante. Il est probable que le produit de sécrétion contient encore une autre base, peut-être la β -iminazolyléthylamine: cette conclusion découle soit des réactions

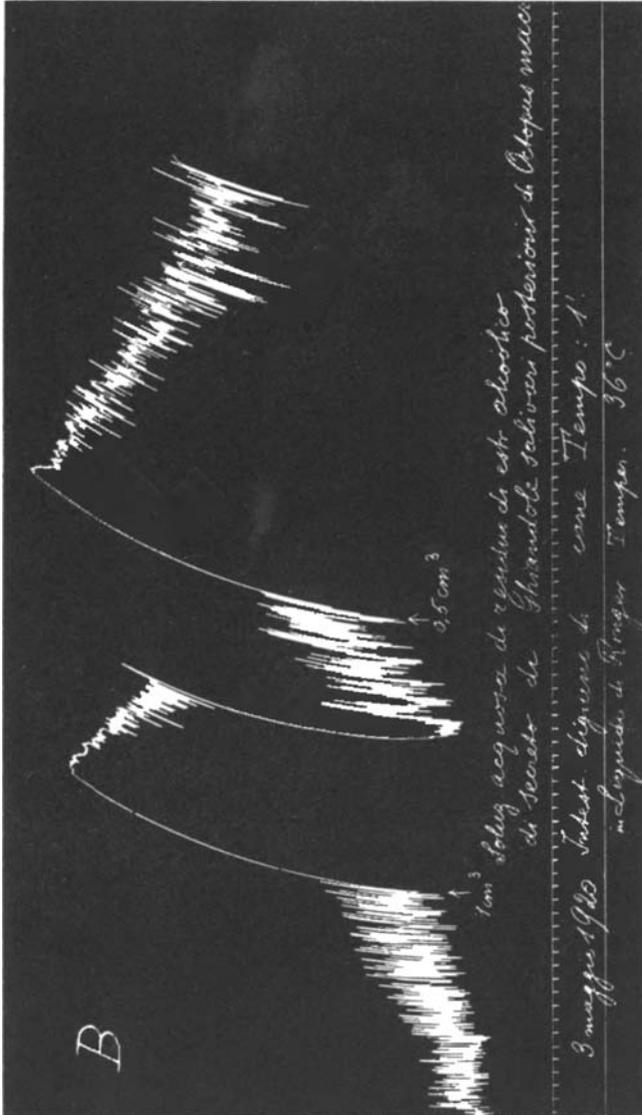


FIG. 3 B.

de PAULY et de KNOOP, propres à cette substance, que le produit de sécrétion donne d'une façon évidente, soit de l'action que le produit exerce ordinairement sur la préparation d'intestin grêle ou sur celle des cornes de l'utérus de chienne, et sur la pression sanguine du chien. Les extraits aqueux de la glande abaissent le tonus de la préparation intestinale (mais le plus souvent abaissent, au lieu de l'élever la pression du sang et le tonus de la préparation utérine), comme le font les solutions pures de p-hydroxyphényléthylamine (et d'adrénaline). Le produit de sécrétion frais ou chauffé à 90-100° C., et les solutions aqueuses du résidu sec des extraits alcooliques de ce produit provoquent, au contraire, le plus souvent, une forte contracture dans la préparation intestinale, comme le montrent les tracés A et B de la fig. 3. Le produit de sécrétion et les dites solutions, injectés dans les veines d'un chien, même à très petite quantité, provoquent un abaissement de la pression sanguine et une énorme dilatation des vaisseaux des viscères abdominaux, précisément comme le font les solutions de β -iminazolyléthylamine. Les deux bases pourraient fort bien être formées, par décarboxylation, sous l'influence d'une carboxylase contenue dans les cellules glandulaires, respectivement de la tyrosine et de l'histidine. Suivant que prédomine dans la sécrétion et dans les extraits l'une ou l'autre base, on obtient principalement les effets physiologiques de l'une ou de l'autre. Le « venin » fabriqué par la « glande salivaire » de l'*Octopus macropus* est très probablement un mélange en proportion variable de tyramine et d'histamine, mais le plus souvent, au moins d'après les effets physiologiques mentionnés plus haut, avec prédominance de l'action de l'histamine (ou d'une substance à propriétés analogues) dans la sécrétion, de la tyramine dans les extraits aqueux de la glande.

V. — ACTIVITÉ SÉCRÉTRICE. SON INDÉPENDANCE VIS-A-VIS
DE LA PRÉSENCE DE L'OXYGÈNE LIBRE.

L'activité sécrétrice de la « glande salivaire postérieure » de l'*Octopus macropus*, en ce qui concerne l'intervention des cellules glandulaires dans les processus qui déterminent l'émission du produit normal de sécrétion à la suite de l'excitation nerveuse, est indépendante de la présence d'oxygène libre dans le milieu au sein duquel la glande est plongée. J'ai démontré le fait, soit par l'emploi du cyanure de sodium qui, ajouté au liquide (ordinairement dans une solution de

NaCl à 3.5 %) dans lequel la glande est plongée, ne paralyse ni la contractilité ni l'activité sécrétrice pour un temps considérable (une heure et parfois davantage), soit en expérimentant sur la glande placée sous la cloche de l'appareil représenté fig. 4, qui peut réduire

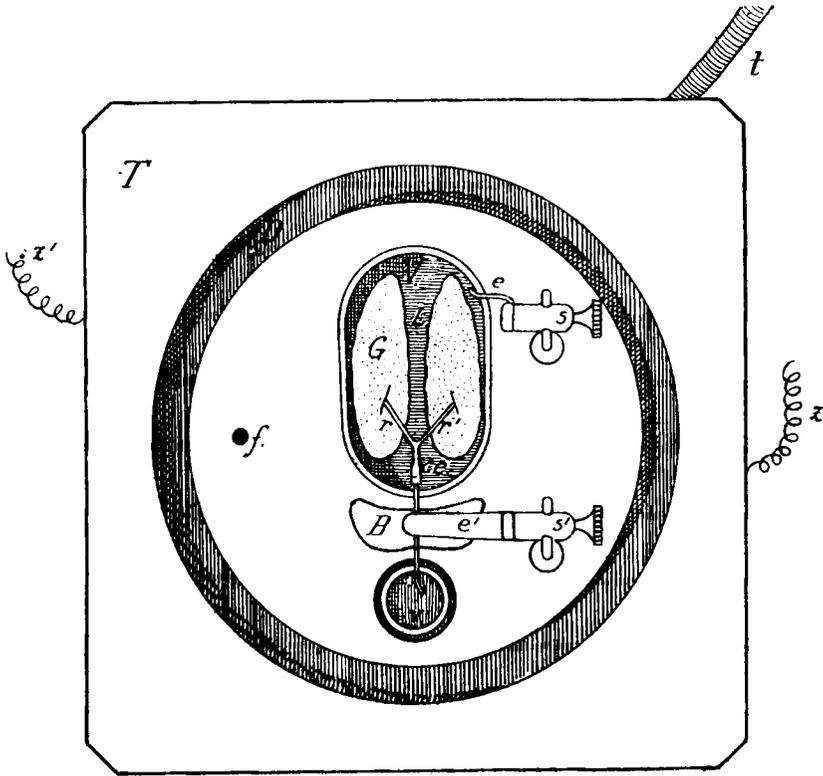


FIG. 4.

Disposition pour exciter électriquement la glande *G* plongée dans le liquide (solution isotonique de NaCl ou eau de mer) *L* contenu dans le vase de verre *V*, autour duquel on peut faire le vide.

T, plaque d'ébonite dans laquelle est creusée la gouttière circulaire *D*.

Dans cette gouttière était placée une bande circulaire de caoutchouc, sur laquelle était adaptée une petite cloche (non représentée sur la figure). *s, s'*: bornes serre-fils; *e, e'*: électrodes en platine: *e*, plongée dans le liquide *L*, *e'* en contact avec la canule de platine, *c* introduite par une extrémité dans le conduit excréteur *ce*, et passant sur une gouttière du petit bloc d'ébonite *B*. L'extrémité libre de la canule *c* verse la sécrétion dans le tube de verre *v*. *r, r'*: ramifications du conduit excréteur *ce*; *f*, trou pratiqué dans la tablette *T* et communiquant hermétiquement avec le tube *t*, rattaché à la pompe rotative qui fait le vide dans la chambre; *z, z'* rhéophores en rapport avec les serre-fils *ss'*.

la pression atmosphérique à 18 mm. Hg ⁽¹⁾. Comme la contraction des muscles striés, la sécrétion glandulaire peut donc aussi continuer en l'absence d'oxygène libre. Naturellement les processus de restauration ne peuvent s'effectuer en l'absence d'oxygène : c'est pourquoi la glande, comme le muscle, dans de telles conditions, finit par se fatiguer plus vite. Il faut noter que jamais l'innervation de la glande ne fut gravement atteinte par la diminution de la pression partielle de l'oxygène, comme le démontre le fait que la glande a continué pour un temps considérable à répondre à la stimulation électrique par sa contraction et par l'émission du liquide sécrété.

Probablement les jonctions neuromusculaires et neuroglandulaires sont, dans les glandes de ces animaux inférieurs déjà habitués à une tension partielle de l'oxygène du sang inférieure à celle qui existe dans le sang des animaux supérieurs, plus résistantes au manque d'oxygène libre ; et la grande sensibilité des glandes salivaires des mammifères vis-à-vis d'une diminution, même légère, de l'apport d'oxygène, observée par HEIDENHAIN ⁽²⁾, JONESCU ⁽³⁾, LIEBERMANN ⁽⁴⁾ et HUSTIN ⁽⁵⁾, dépend peut-être principalement d'une moindre résistance des jonctions neuroglandulaires.

VI. — PERMÉABILITÉ DES CELLULES GLANDULAIRES.

Les cellules de la *glande salivaire postérieure* de l'*Octopus macropus* ne sont pas perméables aux matières colorantes variées (d'aniline ou autres) expérimentées par moi (thionine, fuchsine acide ou basique, safranine, éosine, rouge Congo, rouge neutre, bleu de méthyl-

⁽¹⁾ Dans une expérience faite à la température de 15° C., la pression lue au manomètre était = 20 mm. Hg; la pression corrigée à 0° C. = $\frac{20}{1 \times 0.00367 \times 15} = \frac{20}{1.055} = 18.9$ mm. Hg ; la pression partielle de l'oxygène = $\frac{21 \times 18.9}{100} = 3.97$ mm Hg.

Selon FREDERICQ (cit. par WINTERSTEIN, *Hand. d. vergl. Physiol.*, I, 2, p. 87), la tension d'O² dans l'eau de mer de l'Aquarium serait de 137-144 mm. Hg ; dans le sang d'*Octopus macropus*, de 28 mm. Hg ; et dans le sang d'*Octopus vulgaris*, de 86 mm. Hg.

⁽²⁾ R. HEIDENHAIN. *Studien a. d. physiol. Inst. zu Breslau*, IV, 1-124, 1868.

⁽³⁾ D. JONESCU. *Archiv. intern. de Physiol.*, VII, 50, 1909.

⁽⁴⁾ P. VON LIEBERMANN. *Diss.* Erlangen, 1911.

⁽⁵⁾ A. HUSTIN. *Archiv. intern. de Physiol.*, XII, 318, 1912 ; XIII, 54, 1913.

lène, sulfo-indigotate sodique), qu'elles soient dissoutes dans l'eau de mer, dans le NaCl à 3.5 %, d'où elles sont rapidement précipitées, ou qu'elles soient stabilisées dans les dits liquides, par l'addition de gomme-acacia à 4 %.

J'ai employé des colorants acides ou basiques, des colorants reconnus comme capables de produire la coloration intravitale, des colorants dont les solutions aqueuses présentent les aspects variés déjà décrits par MICHAELIS (1) et observés à nouveau par moi. Le résultat est toujours le même. La glande, plongée dans ces solutions contenant les divers colorants, se teint de façon plus ou moins intense, mais seulement à la surface (par adsorption de la substance colorante). La surface de section de l'organe reste incolore. Les cellules glandulaires vivantes ne présentent jamais de coloration diffuse ni ne présentent de granules colorés. Je n'ai jamais vu passer la matière colorante dans le produit de sécrétion des glandes plongées dans les mêmes liquides colorés, excepté le bleu de méthylène et le sulfo-indigotate de soude en traces à peine discernables, et seulement après plusieurs stimulations, alors que la glande était voisine de l'épuisement complet. On ne peut donc affirmer que l'état d'excitation fonctionnelle augmente la perméabilité des cellules glandulaires pour les couleurs d'aniline. Ces cellules glandulaires sont imperméables pour les dites matières colorantes, et peut-être pour tous les autres colorants (au moins pour ceux qui dans l'eau donnent des solutions colloïdales) tant qu'elles sont en conditions d'activité fonctionnelle normale ou quasi normale. Imperméables aux colorants sont aussi les fragments de cytoplasme granuleux qui se trouvent suspendus dans la sécrétion. On ne peut donc parler d'une coloration vitale dans ce cas.

Du reste, KRAUSE (2) trouva la glande sous-maxillaire du chien seulement perméable à l'indigo-sulfate de sodium, lorsque cette matière colorante avait été injectée à l'animal en quantité réellement énorme.

De même, la glande de l'*Octopus* se montre imperméable vis-à-vis des sucres (saccharose, lactose, glycose) dissous dans le liquide am-

(1) L. MICHAELIS. *Virchow's Arch.*, CLXXIX, 195, 1905.

(2) R. KRAUSE. *Arch. f. mikr. Anat.*, LIX, 407, 1901-2. (Voir les travaux cités de ECKHARD, de ZERNER, de MISLAWSKY et SMIRNOW, de HEIDENHAIN, et un autre travail précédent du même KRAUSE).

biant. Même avec les réactions les plus sensibles, je n'ai pas réussi à retrouver dans cette sécrétion la moindre trace des sucres dissous en quantité considérable dans l'eau de mer dans laquelle la glande était plongée. Cette glande se comporte donc comme la glande sous-maxillaire du chien, laquelle ne laisse pas non plus passer les sucres dans la salive (¹).

Par contre, la glande de l'*Octopus* se montre perméable au ferrocyanure de sodium et de potassium et pour le sulfo-cyanure de sodium, substances faciles à reconnaître dans la sécrétion par la coloration intense qu'elles donnent avec le chlorure de fer. L'expérience réussit très bien en disposant en cercle, sur des verres de montre, des gouttes de solution de chlorure ferrique, puis en faisant tomber sur chacune d'elle une goutte de produit de sécrétion. On peut de cette façon établir avec précision le moment du début de l'émission du ferrocyanure ou du sulfo-cyanure dissous dans le liquide extérieur. En général, cette émission ne se produit pas immédiatement, mais seulement après quelque temps, et il est nécessaire que les dits sels se trouvent en concentration notable dans le liquide extérieur, pour qu'ils apparaissent dans le produit de la sécrétion. Plus grande est leur concentration dans le liquide extérieur, plus rapide est leur apparition dans le liquide sécrété, mais d'autant moindre est la durée de la survivance de la glande, parce que ces sels ne sont nullement inoffensifs ; il y aurait donc lieu de se demander si leur émission, leur passage dans le produit de sécrétion n'est pas un effet de quelque altération qu'ils produisent dans la membrane cellulaire, qui finit par devenir perméable.

L'iode, dissous dans la solution d'iodure sodique (solution de Lugol), ajouté sous cette forme à l'eau de mer dans laquelle la glande est plongée, ne passe pas dans le liquide sécrété, au moins à en juger d'après l'épreuve faite au moyen d'empois d'amidon. Mais l'iode, ajouté au sang, n'est plus décelable par ce procédé, c'est-à-dire n'est plus libre, peu de minutes après avoir fait le mélange. Immédiatement après l'addition d'une proportion considérable de solution de Lugol au sang d'*Octopus*, ce dernier ne présente plus sa belle couleur bleu clair mais plutôt une teinte voisine de celle de la solution

(¹) L. ASHER. *Bioch. Zeits.*, XIV, 1-124, 1908. — L. ASHER et TH. KARAULOW. *Bioch. Zeits.*, XXV, 36, 1910.

de Lugol. Mais quelques minutes après, la couleur bleue du sang apparaît de nouveau. Alors la présence de l'iode ne peut plus être révélée par l'empois d'amidon, même en acidifiant légèrement le liquide. Si l'iode cesse rapidement de se trouver à l'état de liberté dans le sang, c'est qu'il se combine à l'hémocyanine. Il est probable donc qu'il se forme une combinaison semblable avec les protéines glandulaires, et déjà par ce fait l'iode ne peut passer dans le produit sécrété.

VII. — ACTION DES DIFFÉRENTS IONS.

Les ions de sodium en excès dans le liquide extérieur provoquent des contractions rythmiques dans le conduit excréteur ou augmentent leur intensité et leur fréquence quand elles existent déjà, et souvent aussi provoquent la sécrétion de la glande, c'est-à-dire un écoulement de gouttes de sécrétion non causé par la stimulation électrique du conduit excréteur, ou qui persiste plus que d'ordinaire après la cessation de la stimulation.

Les ions du potassium, à faible concentration, arrêtent immédiatement ces contractions rythmiques du conduit et la sécrétion spontanée ; en concentration plus forte, ils provoquent une très forte contracture de la musculature glandulaire accompagnée d'une émission de produit de sécrétion trouble, qui, pour ainsi dire, est par la contracture exprimée hors de l'organe.

Les ions de calcium, eux aussi, arrêtent les contractions rythmiques et la sécrétion spontanée ; mais ils sont, sous ce rapport, moins efficaces que ceux de potassium. Ils ne provoquent pas de contracture visible.

Les ions de magnésium dépriment le tonus de la musculature glandulaire et, en faible excès, paralysent sa contractilité et l'activité sécrétrice de l'organe. Si l'action des ions de magnésium en excès ne dure pas trop longtemps, même si la paralysie déterminée par eux dans la glande a été complète, la glande se rétablit facilement après 3 à 4 lavages à l'eau de mer.

Qui ne voit l'analogie que mes expériences mettent en évidence entre l'action des dits ions sur la glande et leur action sur les muscles en général. Ce n'est que dans une solution (isotonique) de chlorure de sodium que la glande peut survivre pendant un temps considérable et rester excitable ; mais souvent elle commence à sécréter automa-

tiquement, de même que le muscle strié commence souvent à se contracter rythmiquement, dans une solution isotonique du seul chlorure sodique. Et, de même que l'addition de chlorure de potassium arrête les contractions automatiques, de même elle arrête la sécrétion spontanée provoquée par l'action non compensée des ions de sodium.

L'action paralysante des ions de magnésium s'exerce probablement sur les jonctions neuro-glandulaires, comme sur les jonctions neuro-musculaires.

L'eau de mer est une solution électrolytique équilibrée pour la glande : c'est pourquoi elle lui conserve son excitabilité presque comme le sang.

La présence des sels dans le liquide dans lequel la glande est plongée est absolument indispensable. Dans des solutions isotoniques de saccharose et de lactose pures (35 % environ, déterminée par la cryoscopie ; la solution 42 %, que donne le calcul basé sur le poids moléculaire de ces disaccharides, est hypertonique, comme le montre la détermination cryoscopique et les expériences de physiologie), la glande perd rapidement son excitabilité. Les sels sont donc, bien plus que la présence d'oxygène libre, nécessaires à l'activité sécrétoire de la glande.

Cependant, en faisant des mélanges en diverses proportions de solution de saccharose à 35 % et d'eau de mer, j'ai trouvé qu'avec un mélange à parties égales des deux liquides, c'est-à-dire avec une teneur en sels de l'eau de mer réduite à la moitié, la glande conserve pendant longtemps son excitabilité.

Dans toutes ces expériences, j'ai observé que l'activité sécrétrice de la glande cesse avant la disparition de la contractilité de la musculature glandulaire.

VIII. — ACTION DES H⁺ ET DES OH⁻.

Dans ces expériences, la glande fut plongée dans l'eau de mer ou dans des solutions à 3.5 % de NaCl. L'addition à ces liquides de solution d'HCl 0.1 N ne provoque aucun changement notable, en dehors de la concentration des H⁺. Par contre, l'addition de solution de NaOH 0.1 N à l'eau de mer détermine la formation d'un précipité gélatineux probablement de Mg(OH)².

J'ai pu observer que la résistance de la glande à l'augmentation

de concentration des OH' dans le liquide dans lequel est plongée la glande est beaucoup plus grande que la résistance à l'augmentation de concentration des H'. Il suffit, en effet, d'ajouter 1 cc. de solution 0.1 N de HCl à 7-10 cc. d'eau de mer, pour paralyser en peu de temps l'activité sécrétoire ; tandis qu'on peut ajouter un volume double ou triple de solution 0.1 N de NaOH, et obtenir ainsi une réaction du liquide fortement alcaline au papier de tournesol, sans altérer profondément la glande.

Cela est en parfait accord avec le fait que la glande est, dans des conditions normales, irriguée par un liquide qui, s'il n'est pas nettement alcalin, a cependant toujours une réaction qui penche plutôt vers l'alcalinité que vers l'acidité.

IX. — ACTION DES SOLUTIONS SALINES HYPOTONIQUES ET HYPERTONIQUES.

Des précédentes recherches de BOTTAZZI et HENRIQUES (1) résulte, entre autres, que la glande de l'*Octopus* augmente de poids et de volume dans les solutions salines hypotoniques, qu'elle diminue de poids et se contracte dans les solutions hypertoniques. J'ai voulu rechercher comment se comporte l'activité sécrétrice sous l'influence des dites solutions. J'ai augmenté la pression osmotique de l'eau de mer, en la mélangeant en proportions diverses avec une solution à 7 % de NaCl (1.2 N environ) ; je l'ai diminuée, en diluant l'eau de mer avec de l'eau distillée. J'ai observé que l'activité sécrétrice est favorisée par les faibles dilutions et résiste d'une façon notable à une dilution à moitié de l'eau de mer avec l'eau distillée (la glande se gonfle visiblement, devient turgide). L'activité sécrétrice résiste moins à l'augmentation de concentration de l'eau de mer (qui, obtenue au moyen de l'addition de solution de NaCl 7 %, a aussi pour conséquence une augmentation excessive des ions de sodium dans le liquide). Plongée dans un mélange de deux volumes d'eau de mer et un volume de solution à 7 % de NaCl, la glande devient inexcitable au bout de peu de minutes, c'est-à-dire que sous une stimulation elle donne un petit nombre de gouttes et puis n'en donne plus. La contractilité de l'organe, et spécialement celle des conduits excréteurs, résiste beaucoup mieux.

(1) FIL. BOTTAZZI et P. ENRIQUES. *Arch. ital. de Biol.*, XXXV, 169, 1901.

X. — EXISTENCE D'UN MÉCANISME CONTRACTILE DANS LES GLANDES
ET SON IMPORTANCE PHYSIOLOGIQUE.

La glande salivaire postérieure de l'*Octopus macropus* est pourvue, comme il a été dit, d'une musculature bien développée, qui existe non seulement dans la paroi de son conduit excréteur commun, mais aussi autour des tubes sécréteurs. Sans aucun doute, la contraction musculaire intervient dans l'émission rapide du produit de sécrétion, qui est nécessaire dans les glandes à venin. Dans les glandes le plus communément étudiées des mammifères (salivaires, pancréas), un tel développement de la musculature n'existe pas. Une couche d'éléments musculaires lisses a été observée dans la paroi du conduit excréteur mais non autour des acini. Cependant autour des acini ont été décrites les « formations à treillis » de VON EBNER (1).

Probablement ces « formations à treillis » résultent d'éléments contractiles non différenciés, anastomosés en plasmodium, analogues à celles décrites par ROUGET et S. MAYER (2) autour des capillaires sanguins. S'il en est ainsi, leur contraction lente doit agir, aussi dans cette glande, sur l'émission du produit de sécrétion et contribuer à déterminer la haute pression du liquide observée par LUDWIG dans le conduit excréteur de la glande sous-maxillaire.

Bien que la contractilité des « formations à treillis » ne soit pas encore démontrée expérimentalement, l'hypothèse qu'elles contribuent par leur lente contraction à provoquer l'émission du liquide demeure plausible.

Si leur contractilité était démontrée, il conviendrait d'admettre que, outre les fibres nerveuses sécrétrices et vasomotrices, les glandes reçoivent aussi des fibres « motrices », analogues à celles qui certainement arrivent à la « glande salivaire postérieure » de l'*Octopus*.

On devrait donc admettre, dans les glandes en général, une triple innervation : sécrétrice, vasomotrice et motrice, pour les trois caté-

(1) Voir E. A. SCHAEFER. *Text-Book of micr. Anatomy*, 431, fig. 637. London, 1912.

(2) Voir E. A. SCHAEFER, *l. c.*, 345-346, fig. 529 et 530.

gories d'éléments contenus dans toute glande : cellule de sécrétion, vaisseaux sanguins et éléments contractiles propres des tubuli ou des acini. Ces éléments contractiles sont plus développés dans quelques glandes, comme la « salivaire postérieure » de l'*Octopus*, moins développées dans d'autres, comme les glandes salivaires, le pancréas, etc., des mammifères. Mais un mécanisme contractile, jusqu'à présent peu pris en considération par les physiologistes, serait commun à toutes les glandes exocrines et différencierait seulement par son développement, par sa différenciation plus ou moins grande.
