

[Introduction, méthode]

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **5 (1934-1937)**

Heft 6

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Recherches sur le sang des poissons

PAR

L. BAUDIN

(Présenté aux séances des 19 février et 21 octobre 1936.)

Lorsqu'en 1931 nous avons publié le résultat de nos travaux sur les *Variations des échanges respiratoires des poissons en fonction de la pression atmosphérique et de la température*¹, plusieurs problèmes étaient restés sans solution convenable. Alors que manifestement une élévation de pression barométrique ou expérimentale augmentait le taux des échanges et élevait le quotient respiratoire, une dépression provoquait régulièrement, tôt après son intervention, une augmentation fugace d'ailleurs de ces mêmes échanges, avant que ne se produisît son effet durable et constant: l'abaissement de leur taux et celui du quotient. Nous avons pensé alors que l'explication de ces particularités se trouvait peut-être dans le sang, exposé aux mêmes vicissitudes extérieures, et ce fut le point de départ des recherches dont nous apportons ici les résultats. Le lecteur jugera avec étonnement que nous nous sommes singulièrement éloigné de notre propos initial. Mais, au fur et à mesure que nous avançons, nous avons dû nous convaincre que peu de recherches nous avaient précédé dans ce domaine, qu'à chaque pas se présentaient de nouveaux problèmes dont la solution s'imposait avant d'aller plus loin. C'est ainsi que nous avons été conduit à étudier successivement les variations diurnes et saisonnières du sang, sa régénération consécutive à la saignée, ses modifications par suite de la pêche en profondeur, l'influence d'une décompression expérimentale et enfin les relations physiologiques entre la vessie natatoire et le sang.

A Lausanne, nos expériences ont porté uniquement sur la perche (*Perca fluviatilis*), tandis qu'à deux reprises, au cours des étés 1932 et 1933, au Laboratoire maritime du Collège

¹ *Mémoires de la Soc. vaud. des Sc. nat.*, 1931, vol. 4, N° 1.

de France à Concarneau (Finistère), nous avons étendu le champ de nos investigations, vérifié et généralisé nos résultats.

Nous avons rencontré du reste des appuis précieux. Le Département vaudois de l'Instruction publique et Monsieur le Directeur du Gymnase cantonal nous ont accordé par deux fois une prolongation de vacances de quinze jours et nous leur en sommes reconnaissant. La Société vaudoise des Sciences naturelles nous a rendu aussi des services qui nous obligent infiniment. Elle nous a accordé, sur l'une de ses fondations, un subside de cinq cents francs pour achat d'instruments et veut bien assurer aujourd'hui la publication de ce mémoire.

Enfin, nous avons reçu de Monsieur René Legendre, directeur du Laboratoire de Concarneau, un accueil si cordial et si généreux, que nous garderons de lui un souvenir intimement et affectueusement lié aux journées larges et ardentes que nous avons passées dans sa maison.

* * *

Les recherches sur le sang sont délicates et difficiles. Elles portent sur une matière non seulement complexe du point de vue physico-chimique, mais d'une labilité, d'une altérabilité extrêmes. A ces difficultés, le sang des poissons ajoute sa quantité minime, sa viscosité, son métabolisme élevé, sa coagulabilité.

Un poisson de 50 g. à 100 g. ne possède guère plus de 1,5 à 2 cm³ de sang, et on ne peut en extraire plus de la moitié si l'on veut procéder avec quelque rapidité. Ainsi de tels individus nous ont livré communément, dans le cadre de nos expériences, 0,5 à 0,7 cm³ en quelques secondes. On pourrait en obtenir davantage, mais au risque de changements d'équilibre et de coagulation.

Pour en disposer en suffisance, il serait loisible de réunir les saignées de plusieurs individus. C'est la solution choisie par les auteurs qui étudient les propriétés physico-chimiques du sang, la composition de l'hémoglobine et du plasma et les courbes de dissociation de l'oxygène ou du gaz carbonique. L'analyse d'un sang moyen présente même dans ce cas de grands avantages.

Mais primitivement notre curiosité était plutôt d'ordre physiologique et s'attachait à déterminer l'état du sang correspondant à une ambiance particulière.

Nous pensions que de la constance des conditions extérieures devait se déduire la constance du sang et que les variations de part et d'autre d'une norme ne pouvaient être qu'infimes d'individu à individu. C'est dans le but d'établir les

caractéristiques de ce sang normal que nous avons été conduit à multiplier les analyses individuelles. Nous pensions bien ensuite calculer des moyennes qui serviraient de base à d'autres recherches. Mais nous avons dû nous convaincre que le sang du matin différait de celui du soir, que celui de l'été différait de celui de l'hiver, et cela n'a pas été sans compliquer le plan des recherches ultérieures.

Nous nous sommes limité à l'analyse des gaz du sang et au dénombrement des érythrocytes. Comme il convenait de pouvoir procéder cas échéant à des prises de sang répétées, tout en assurant la vie de l'animal, il ne fallait donc en extraire qu'une infime partie. D'autre part, une microméthode d'analyse s'imposait. C'est pour cela que nous avons adopté celle de Barcroft, dont l'appareil différentiel permet précisément l'analyse d'un échantillon de 0,1 cc. Nous ne décrirons ni l'appareil, ni la méthode, dont on trouvera une relation suffisante dans Abderhalden, *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden: Technik der Blutgasanalyse nach Barcroft*. Abt. IV, Teil 10, Heft 1.

Nous nous contenterons de préciser quelques points de la méthode générale que nous avons mise au point en vue de nos besoins personnels.

L'analyse porte sur le sang total. Il faut donc éviter sa coagulation, soit à l'extraction, soit au cours de l'analyse. Or, au début, c'était en été 1932, cette condition a présenté des difficultés que nous avons pu croire insurmontables. Quel que soit l'anticoagulant utilisé, fluorure de sodium, oxalate de lithium ou de potassium, extrait de tête de sangsue, rien ne permettait d'opérer à coup sûr. L'expérience nous a enfin révélé que les échecs se multipliaient lorsque la température du sang dépassait 20° C. Dès 25°, en dépit de toutes les précautions, la coagulation est immédiate. Entre 0° et 10°, on peut à la rigueur se passer d'un anticoagulant. Mais au-dessus, ce dernier est indispensable. Nous avons utilisé l'oxalate de potassium avec succès. Pourtant toutes les expériences qui suivent ont été faites avec l'oxalate de lithium. Nous en préparons une solution à 30‰ avec laquelle nous rinçons l'aiguille et la seringue, préalablement à l'extraction. La quantité infime de substance qui humecte les parois internes de l'appareil suffit à empêcher la coagulation. Mais si la température atteint 25°, si une quantité minime de liquide tissulaire se mélange au sang, si l'animal s'est fortement agité avant sa ponction, elle se produit néanmoins.

L'extraction du sang s'opère par ponction directe du cœur.

L'aorte caudale est trop ténue pour recevoir une aiguille creuse. D'autre part, il faudrait préalablement séparer la queue à sa base et introduire ensuite l'aiguille dans l'aorte. Mais le poisson est ainsi sacrifié et tout essai ultérieur supprimé. Il faut donc ponctionner le cœur à l'aveuglette, à travers la cage thoracique. On finit par l'atteindre à coup sûr, à la suite de dissections délicates qui permettent de fixer des repères extérieurs. Nous avons adopté la petite seringue à tuberculine de 2 cc. Obligé d'opérer seul, nous remplaçons le piston de verre par un tube de caoutchouc de quelque 30 à 40 cm. Par aspiration buccale, on produit une légère dépression dans la seringue. Alors, le poisson est maintenu dans l'eau par un petit appareil à contention en toile métallique. Il y peut respirer librement. La main gauche introduit l'aiguille au point convenable. On aspire lentement et le sang pénètre dans la seringue par saccades, au rythme operculaire. Nous avons pu ainsi nous rendre compte que l'aspiration thoracique des homéothermes était remplacée chez les poissons par l'aspiration operculaire. Si l'animal ne respire pas, si les opercules sont immobiles, il est difficile d'obtenir du sang. Au contraire, à chaque mouvement respiratoire se produit une pulsion sanguine. Dès que la ponction atteint 0,6 à 0,7 cc., l'opération est terminée. Le poisson est rendu à la liberté. Comment va-t-il supporter cette saignée? Si la température est basse, il n'en est nullement incommodé. Ses mouvements sont lents comme à l'ordinaire. Il ne s'agite pas. Entre 15° et 20°, l'épreuve est plus rude. Il reste quelques minutes incliné sur le flanc. Sa respiration est très active. Il est même prudent qu'il reste immobile quelque temps dans l'appareil à contention. Puis il en sort de lui-même et reprend son état normal. Au-dessus de 20°, l'épreuve est parfois fatale. L'animal ne recouvre pas son équilibre statique. Ou bien il s'agite en des mouvements spasmodiques d'une violence extrême. Le pronostic est alors très sombre. Ces variations de comportement en relation avec la température s'expliquent aisément. Comme tous les poïkilothermes, le poisson règle ses oxydations internes conformément à la loi de van t'Hoff. A basse température, elles sont très réduites. Elles s'exagèrent vers 20°-25°. Alors que dans le premier cas les échanges respiratoires ne font appel qu'à une partie réduite de la capacité de transport des érythrocytes, dans le second, ils exigent la mise en action de leur capacité totale. On conçoit donc, qu'à basse température, la fraction de sang qui lui reste après ponction puisse suffire à ses besoins, alors qu'à température élevée, en dépit d'une respiration exagérée, cette même

fraction ne suffit plus. Du reste, dans ce cas, on peut tourner la difficulté en plaçant l'animal quelques instants dans une eau plus froide. On ralentit ainsi ses oxydations internes et il supporte la saignée sans dommage.

Le sang des poissons est éminemment altérable. Son métabolisme est élevé parce que ses érythrocytes sont nucléés. Il faut donc se hâter de l'analyser, si l'on veut éviter des erreurs. De la seringue, le sang passe sous huile de paraffine afin d'éviter le contact de l'air. L'ensemble de ces opérations, extraction comprise, ne dure guère plus d'une minute et l'analyse commence, après qu'une fraction de sang, agitée à l'air pour éviter l'hémolyse carbonique, a été mise à part pour dénombrement des globules, selon la méthode de Thoma.

Dans l'exposé de sa méthode, Barcroft propose que le libérateur de l'oxygène, le ferricyanure de potassium, soit employé en solution saturée à froid. En raison de la viscosité considérable du sang des poissons, nous avons pu nous convaincre qu'un tel ferricyanure produisait souvent une coagulation massive du sang, que par suite le dégagement de O_2 était insuffisant et celui de CO_2 difficile. Mais à demi-saturation, ces difficultés s'atténuent ou disparaissent.

Remarquons encore que cette même coagulation reparait, même à concentration réduite du ferricyanure, quand le sang est anormalement visqueux ou encore quand l'animal s'est beaucoup agité avant son immobilisation dans l'appareil de contention. Il est probable qu'une agitation excessive a pour résultat un déversement anormal d'acide lactique dans le sang et avec lui une modification de son équilibre général.

Le cœur des poissons est placé sur le circuit veineux. Une ponction cardiaque ne peut donc livrer qu'un sang à hémoglobine relativement réduite et à CO_2 abondant. La comparaison entre les sangs artériel et veineux eût été intéressante, mais nous n'avions pas la possibilité de la faire dans la limite de nos moyens. Remarquons toutefois que le sang veineux permet des observations très précieuses puisqu'il est le reflet immédiat de l'activité organique.

L'appareil différentiel de Barcroft est un admirable instrument. Par comparaison entre 0,1 cc. de sang veineux et 0,1 cc. de sang agité à l'air, on peut établir en % de la capacité totale en oxygène combien ce sang veineux renferme encore de ce gaz.

Cette mesure est intéressante, puisqu'on en peut déduire le coefficient d'utilisation de l'oxygène par les tissus. Avec le même échantillon de sang, on peut ensuite établir sa capacité

respiratoire, c'est-à-dire sa capacité de transport de l'oxygène. Cette valeur s'exprime en centimètres cubes d'oxygène pour 100 cc. de sang. Enfin, au moyen d'acide tartrique à 20%, le même échantillon libère son gaz carbonique total.

Donc, avec le sang d'une unique ponction cardiaque, nous serons en mesure d'établir : 1° le degré de saturation en oxygène du sang veineux, exprimé en % de la capacité maximum de transport. 2° la capacité respiratoire en cc. d'oxygène par 100 cc. de sang. 3° l'acide carbonique total exprimé également en cc. par 100 cc. de sang. 4° le nombre des globules rouges exprimé en millions par mm³ de sang. Plus tard, nous avons compté en outre le nombre des globules immatures en % du nombre total des érythrocytes.

Variations diurnes.

Lorsque Lavoisier établit le quotient respiratoire à la suite de ses expériences mémorables et le calcula à 0.850, ce fut à la fois un trait de génie et un effet du hasard. Sans diminuer en rien la valeur de sa découverte, l'histoire a montré par la suite que le nombre qu'il trouva d'un coup, ne s'obtient à l'ordinaire que comme moyenne entre plusieurs assez divergents. On peut faire la même remarque à propos du sang des poissons. Qui n'en fait qu'une analyse n'obtient qu'un résultat. Qui en fait de nombreuses, multiplie les cas individuels, les possibilités de variations, complique la loi, augmente l'inquiétude, enrichit le problème. On peut bien parler d'inquiétude: on cherchait un sang normal, constant, servant de référence à des expériences nouvelles, on ne trouve qu'une réalité diverse, fuyante.

La composition du sang est du reste très variable chez l'homéotherme. Elle change au cours de la journée. Une transpiration profuse le concentre, augmente le nombre des globules rouges, le taux des substances dissoutes, graisses, albumines et sels minéraux. Une absorption intestinale abondante le dilue au contraire considérablement, et abaisse le nombre des globules rouges par mm³.

Qu'en sera-t-il chez le poisson à constance de température et à jeun, pour éviter deux facteurs apparents de variation? Nous nous attendions à trouver un sang très constant. Or, au cours de recherches faites sur le sang de la perche, nous avons été frappé d'anomalies en dépit d'une expérimentation invariable. Nous n'avons pas su en découvrir l'allure. Mais recommençant nos essais à Concarneau, l'été 1933, nous avons