

Zeitschrift: Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 5 (1934-1937)
Heft: 6

Artikel: Recherches sur le sang des poissons
Autor: Baudin, L.
Kapitel: Variations diurnes
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-287567>

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: 22.02.2026

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

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^o le degré de saturation en oxygène du sang veineux, exprimé en % de la capacité maximum de transport. 2^o la capacité respiratoire en cc. d'oxygène par 100 cc. de sang. 3^o l'acide carbonique total exprimé également en cc. par 100 cc. de sang. 4^o 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

retrouvé les mêmes variations et en avons reconnu le caractère systématique.

La composition du sang des poissons varie au cours de la journée. Cette variation est un phénomène général, intéressant aussi bien les poissons d'eau douce que les poissons de mer, aussi bien les poissons bons nageurs que les poissons de rocher¹.

Comme il est impossible de saigner des individus de 60 à 100 g., à réitérées reprises au cours d'une même journée, sans modifier profondément la qualité du sang ou provoquer la mort, la méthode adoptée consiste à opérer des animaux différents et à diverses heures de la journée. Les résultats rapportés ci-dessous ne sont donc que des moyennes, *calculées sur tous les individus en expérience*.

Poissons marins.

<i>Blennius</i> <i>gattorugine</i>	Saturation	Capacité	CO ₂	Nombre de globules	Val. glob.	Nombre d'individus
8 h. à 10 h.	34.9	4.59	13.5	1.37	3.35	10
10 h. à 12 h.	39.2	5.2	12.5	1.74	3.00	4
14 h. à 18 h.	16.0	5.1	14.5	1.64	3.11	4
<i>Crenilabrus melops</i>						
8 h. à 10 h.	21.3	6.3	16.1	2.34	2.69	19
10 h. à 12 h.	26.9	6.98	15.7	2.44	2.86	10
14 h. à 16 h.	12.0	6.82	15.4	2.55	2.67	12
16 h. à 18 h.	11.0	6.04	16.0	2.46	2.46	4

A ces deux exemples de poissons de mer, nous ajouterons celui de la perche que nous ferons figurer deux fois, en été et en hiver. Nous aurions pu résumer ces deux derniers cas en un seul tableau, puisque les différences qu'ils accusent ne s'excluent pas. Nous préférons les présenter parallèlement. Se vérifiant l'un par l'autre, s'opposant, ils ne font que confirmer la règle que rien n'est simple et que les êtres s'adaptent toujours d'une façon ou d'une autre aux conditions extérieures qui leur sont offertes.

Variations diurnes du sang de la perche.

Pour simplifier et surtout rendre plus clair le commentaire de ces variations, nous le limiterons provisoirement à celui du sang de la perche en été. Nous comparerons ensuite avec les autres résultats.

¹ L. BAUDIN. Variations diurnes du sang chez les poissons. *C. R. Ac Sc.*, t. 197, p. 1353.

<i>Juillet et août 1934</i>	Saturation	Capacité	CO₂	N. de globules	Globules neufs	Val. glob.	Nombre d'individus
6 h. à 8 h.	24.4	5.12	22.92	2.02	5.78	2.53	5
8 h. à 10 h.	17.0	4.75	21.0	1.73	2.80	2.74	6
10 h. à 12 h.	9.0	4.27	21.2	1.73	3.84	2.46	6
14 h. à 16 h.	18.0	4.90	20.0	1.84	8.10	2.66	4
16 h. à 18 h.	23.0	5.50	24.1	1.59	5.39	3.46	6

Janvier et février 1935

8 h. à 10 h.	43.7	4.61	22.35	1.48	4.45	3.13	10
10 h. à 12 h.	25.5	4.10	21.72	1.31	4.49	3.12	10
14 h. à 16 h.	12.4	4.06	22.7	1.33	9.30	3.05	8
16 h. à 18 h.	20.5	4.03	22.03	1.52	7.30	2.66	10

Le matin, entre 6 h. et 8 h., au moment où commencent nos essais, le nombre des érythrocytes est maximum et atteint 2.02 millions par mm³. Il diminue jusqu'à 1.73 millions entre 8 h. et 10 h., passe par un maximum diurne vers 15 h., puis diminue le soir, où, vers 17 h., il n'est plus que 1.59 million.

La capacité respiratoire suit la même marche, mais avec un certain retard sur la précédente. Il en résulte que le soir, alors que le nombre des érythrocytes diminue sensiblement, la capacité continue encore à monter. Le CO₂ total est minimum au cours de la journée, de même que la saturation. Remarquons en outre que les courbes des érythrocytes et de CO₂ ont une marche contraire, particulièrement marquée au moment où les globules neufs se déversent le plus abondamment au cours de l'après-midi.

A quoi faut-il attribuer les variations que nous venons de constater? On admettra sans autre démonstration que la plupart des éléments du graphique varient en fonction du nombre des érythrocytes. C'est donc la courbe de ces derniers qu'il faut étudier et expliquer. Or on observe que les perches sont plus actives de jour que de nuit. Nous les avons surprises maintes fois, tôt le matin ou tard dans la soirée, et avons été souvent frappé de leur immobilité, de leur état voisin de la prostration. Au milieu de la journée, au contraire, elles sont plus actives, nagent aux divers niveaux de l'aquarium.

Est-ce que l'activité générale est maximum en même temps que le maximum des érythrocytes vers 15 h.? Henderson rapporte qu'au cours du travail musculaire le taux des protéines sériques et la masse globulaire augmentent, ce qu'il explique par une évaporation d'eau due au métabolisme plus intense. Alors, relativement, le nombre des érythrocytes va augmenter par concentration du sang.

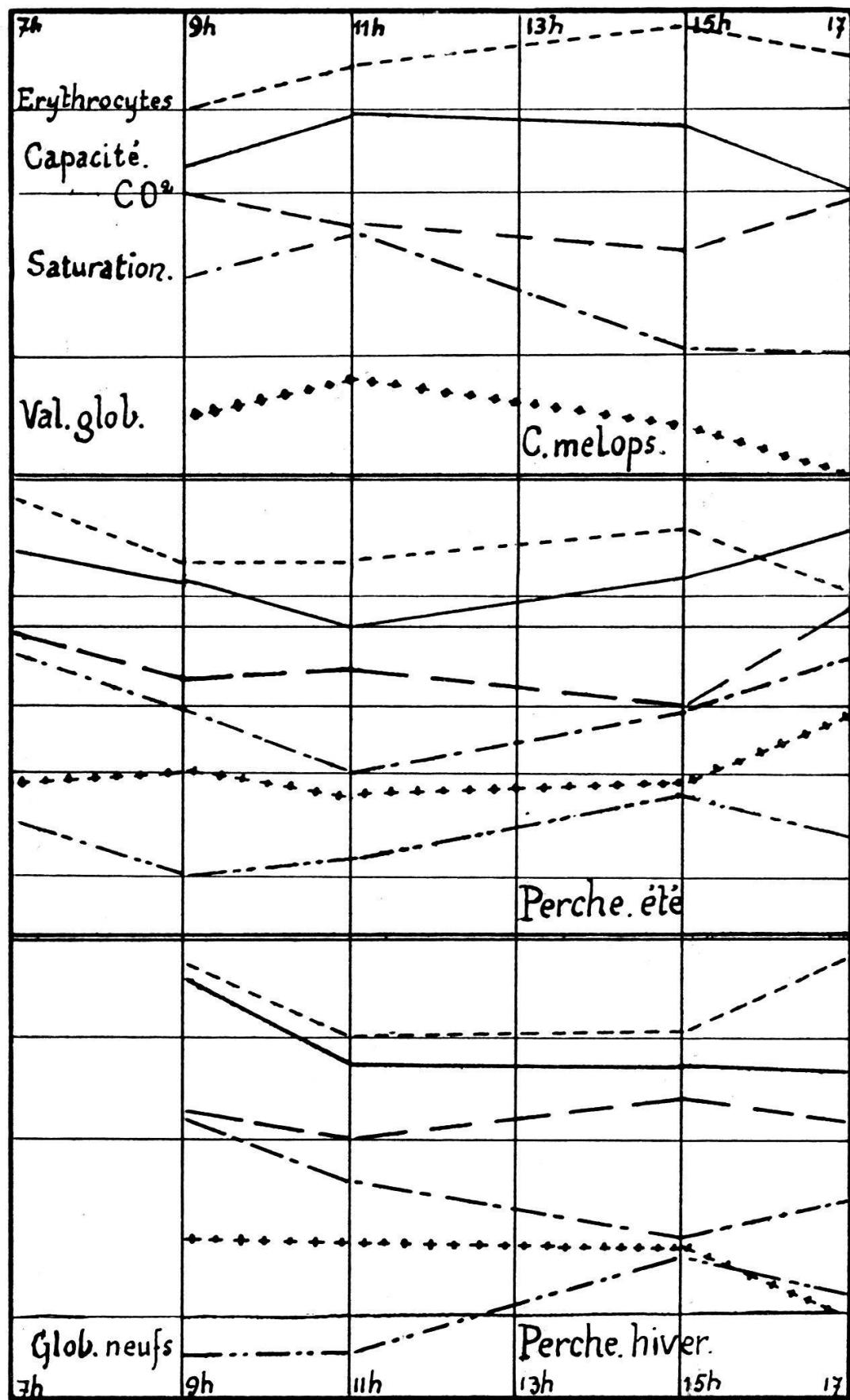


FIG. 1. — Variation diurne du sang des poissons.

On sait d'autre part qu'au cours du travail musculaire, l'acide carbonique total et le taux de saturation en oxygène du sang veineux diminuent. CO_2 diminue en raison d'une respiration plus active ou par déversement dans le sang d'un excès d'acide lactique qui y décompose une partie des bicarbonates et libère leur CO_2 . La saturation diminue en raison d'une augmentation du coefficient d'utilisation de l'oxygène dans les tissus.

Est-ce que les éléments de nos graphiques nous permettent de mettre mieux encore en évidence l'activité diurne des poissons? Considérons les courbes de la capacité et de la saturation. Elles sont à peu près parallèles. Donc l'allure de la seconde résulte de celle de la première. Quand la capacité de transport du sang en oxygène diminue, il n'y a rien d'étonnant à ce que, au retour des organes, le sang veineux en renferme moins. Le calcul confirme cette manière de voir:

De 7 h. à 9 h., la capacité passe de 5.12 à 4.75, d'où perte de 0.37 vol. %.

A 7 h., la saturation est 24.4% de 5.12, soit 1.15 vol.

A 9 h., la saturation est 17.0% de 4.75, soit 0.81 vol.

Différence 0.34 vol., chiffre sensiblement égal à la diminution de capacité.

Pour la journée entière, les gains et les pertes s'équilibreront à peu près comme l'indique le tableau suivant :

De 7 h. à 9 h.	Perte de capacité 0.37 vol.	Perte de saturation 0.34 vol.
De 9 h. à 11 h.	Perte de capacité 0.48 vol.	Perte de saturation 0.43 vol.
De 11 h. à 15 h.	Gain de capacité 0.63 vol.	Gain de saturation 0.54 vol.
De 15 h. à 17 h.	Gain de capacité 0.60 vol.	Gain de saturation 0.35 vol.

Le matin, la perte de saturation est moindre que la perte de capacité, ce qui témoigne d'un métabolisme faible, donc d'une faible activité. L'après-midi, le gain de capacité est plus considérable que le gain de saturation, ce qui témoigne d'un métabolisme plus élevé, donc d'une activité plus grande.

Autre preuve en faveur de l'activité de l'après-midi. Admettons l'hypothèse d'ailleurs invérifiée que le sang artériel renferme 100% d'oxyhémoglobine. On remarque alors que la consommation d'oxygène est la différence entre 100 et le degré de saturation. Autrement dit, à 7 h., lorsque la capacité est 5,12 vol., la consommation tissulaire serait $(100 - 24.4) \cdot 5.12 = 75.6\%$ de 5.12, soit 3.87 vol. %.

Le même calcul aux diverses étapes de la journée donne :

A 7 h.	Consommation O ₂ :	75.6% de 5.12 = 3.87 vol. %
A 9 h.	"	83.0% de 4.75 = 3.94 "
A 11 h.	"	91.0% de 4.27 = 3.88 "
A 15 h.	"	82.0% de 4.90 = 4.02 "
A 17 h.	"	77.0% de 5.50 = 4.24 "

La consommation d'oxygène augmente donc sensiblement au cours de la journée, observation en accord avec le cas des homéothermes. Nous considérerons donc comme suffisamment démontrée par son métabolisme l'activité de la perche au cours de l'après-midi.

Reprendons maintenant la courbe des érythrocytes. Son maximum de 15 h. correspond à la période de plus grande activité. Est-ce donc suivant l'hypothèse d'Henderson que le métabolisme élevé concentre le sang ou y a-t-il plutôt déversement, à ce moment, dans le sang circulant, de globules tirés des organes formateurs?

Etudions d'un peu plus près cette dernière face de la question. Lors du dénombrement des érythrocytes, on se rend compte rapidement que ces derniers se présentent sous trois aspects. Les uns, le plus grand nombre, sont ovales, de couleur jaune paille, si riches en hémoglobine que leur noyau n'est plus visible ou qu'il n'existe plus. Ce sont les globules mûrs. Un certain nombre d'entre eux sont frangés sur les bords. L'hémolyse ou leur destruction se dessine.

D'autres sont circulaires, aux contours apparents, au noyau bien visible, à la coloration faible. Lorsqu'ils sont en grand nombre relativement, la capacité respiratoire n'en reste pas moins faible. Ils ne sont encore que peu imprégnés d'hémoglobine. Au contraire, quand ils sont en petit nombre relativement à celui des globules mûrs, la capacité peut présenter un taux élevé, même si le nombre total des érythrocytes par mm³ est peu considérable. Nous les appellerons globules immatures.

A côté et en plus de ces deux variétés, on en peut observer une troisième. A certains moments de la journée, l'après-midi spécialement, on trouve des globules parfaitement incolores, donc sans hémoglobine, au noyau bien visible, au cytoplasme peu abondant, aux contours peu visibles, à la taille très inférieure à celle des précédents. Nous les considérons comme des érythrocytes nouveau-nés, tirés peu d'instants avant des organes formateurs. Leur existence est éphémère. Ils se transforment rapidement en globules immatures. Un jour plus tard, ils se classent parmi les globules mûrs. Nous aurons l'occasion plus tard d'apprécier la vitesse de leur maturation.

En résumé, le sang renferme en proportions variables des globules mûrs, des globules immatures et des globules nouveau-nés ou neufs. Si apparemment arbitraire que soit cette classification, l'œil s'habitue très bien à les distinguer. Nous avons compté à part les globules neufs et avons noté leur nombre en % du nombre total des érythrocytes. C'est là un premier moyen d'investigation du mécanisme d'arrivée des globules nouveaux.

Mais en voici un second qui indique à chaque analyse du sang la résultante de deux actions opposées, la destruction et la régénération, ce qu'on appelle la valeur globulaire. On l'obtient en divisant la capacité respiratoire par le nombre des érythrocytes exprimé en millions par mm³.

Valeur globulaire = capacité respiratoire par million de G. R./mm³.

Nous disposons donc de deux procédés pour étudier la variation du nombre des érythrocytes: le dénombrement des globules neufs qui indique à l'instant considéré le taux de leur déversement, et la valeur globulaire qui mesure la capacité hémoglobinique-unité du sang.

Appliquons-les maintenant à l'analyse de la courbe des érythrocytes. Entre 7 h. et 9 h., elle descend plus rapidement que celle de la capacité. En même temps, nous voyons que le nombre relatif des globules neufs diminue. Il y en a donc eu un déversement dès le début du jour ou plus tôt encore. La valeur globulaire augmente. Il y a donc maturation. De 9 h. à 15 h., le taux des globules neufs augmente graduellement, de 2.8% à 8.10%. Le maximum correspond à l'époque de la plus grande activité. Pendant ce temps, la courbe de la valeur globulaire reste sensiblement horizontale, ce qui prouve que la vitesse de maturation est proportionnelle à l'apport des globules neufs. Enfin, la courbe des érythrocytes s'élevant peu à peu, on conclut que l'apport des globules neufs est supérieur à la destruction des vieux globules. La capacité respiratoire augmente.

De 15 h. à 17 h., l'allure change totalement. L'apport des globules neufs se ralentit beaucoup et la valeur globulaire augmente brusquement par conséquent. L'hémolyse des vieux globules est plus rapide que l'apport et le nombre des érythrocytes diminue.

Comment se fait-il que la régénération du sang soit maximum quand l'activité est la plus grande? On sait que l'activité est accompagnée d'une vasodilatation généralisée. La pression baisse dans les vaisseaux, le volume de sang circulant est plus

considérable. On peut admettre qu'en raison de l'abaissement de la pression sanguine, les globules neufs sont expulsés des organes formateurs et entraînés dans la circulation. Nous retrouverons cette hypothèse plus amplement démontrée au cours de ce travail.

En hiver, le sang de la perche a une amplitude de variation diurne moindre qu'en été, comme le montrent les tableaux de la page 234. Il y a quelques différences dans l'allure des courbes. A quel moment de la journée l'activité est-elle la plus grande? Calculons comme précédemment le taux des consommations d'oxygène :

$$\begin{aligned}
 A & 9 \text{ h. } 56.3\% \text{ de } 4.61 = 2.59 \text{ vol. \%} \\
 A & 11 \text{ h. } 74.5\% \text{ de } 4.10 = 3.06 \quad " \\
 A & 15 \text{ h. } 87.6\% \text{ de } 4.06 = 3.56 \quad " \\
 A & 17 \text{ h. } 79.5\% \text{ de } 4.03 = 3.21 \quad "
 \end{aligned}$$

C'est donc à 15 h. que la consommation est maximum, ainsi que le métabolisme et l'activité. Remarquons pourtant que la consommation est inférieure à celle de l'été, ce qui est conforme à tout ce que l'on sait. Le nombre des globules neufs est maximum également à 15 h., marquant l'époque de la régénération la plus intense. L'allure de CO_2 n'indique pas son minimum à 15 h., mais s'oppose comme en été à celle des érythrocytes.

Les deux poissons de mer, *Blennius gattorugine* et *Crenilabrus melops* se comportent absolument de la même façon. C'est pourquoi nous n'établissons la courbe que du second. Sa consommation d'oxygène est maximum à 15 h. également :

$$\begin{aligned}
 A & 9 \text{ h. } 78.7\% \text{ de } 6.3 = 4.96 \text{ vol. \%} \\
 A & 11 \text{ h. } 73.1\% \text{ de } 6.98 = 5.1 \quad " \\
 A & 15 \text{ h. } 88 \% \text{ de } 6.82 = 6.0 \quad " \\
 A & 17 \text{ h. } 89 \% \text{ de } 6.04 = 5.38 \quad "
 \end{aligned}$$

La courbe de CO_2 s'oppose à celle des érythrocytes. La descente de la valeur globulaire, de 11 h. à 17 h. indique un déversement considérable de globules neufs.

En résumé, la variation diurne du sang s'explique de façon relativement aisée en fonction de l'activité de l'animal. C'est au moment où l'activité est la plus grande, lorsque le métabolisme atteint son maximum, que la régénération du sang est le plus rapide. La dépression sanguine qui accompagne à ce moment la vasodilatation, explique le déversement dans le sang circulant des globules neufs expulsés des organes formateurs. Poissons marins et d'eau douce se comportent de la même façon.