

Sur la tension des gaz du sang artériel et la théorie des échanges gazeux de la respiration pulmonaire,

PAR

LÉON FREDERICQ.

§ I. — HISTORIQUE.

Les recherches de WOLFFBERG, de STRASSBURG et de NUSSBAUM exécutées sous la direction de PFLÜGER ont montré que dans la respiration pulmonaire, l'oxygène et l'acide carbonique cheminent chacun de l'endroit où leur tension est forte vers l'endroit où elle est faible, conformément aux lois ordinaires de la diffusion.

La tension de l'acide carbonique et de l'oxygène dans l'air des alvéoles pulmonaires fut déduite de la composition centésimale de cet air. La tension des gaz du sang fut déterminée empiriquement au moyen de l'aérotomètre de PFLÜGER.

Le principe de l'aérotomètre est le suivant : lorsqu'un liquide se trouve en contact avec une atmosphère gazeuse limitée, il tend à s'établir pour chaque gaz un équilibre de tension entre ce gaz dans l'atmosphère considérée et le même gaz absorbé par le liquide. Si le contact est suffisamment prolongé, l'équilibre finira par être atteint ; dans ce cas, la pression partielle du gaz dans l'atmosphère limitée indique la tension du gaz dans le liquide.

L'appareil se compose de plusieurs tubes de verre verticaux (de 60 centimètres de long, de 12 millimètres de diamètre

intérieur) effilés à leurs deux extrémités et placés dans un bain d'eau maintenu à la température du corps. On remplit à l'avance chaque tube avec un mélange gazeux de composition connue, puis on fait arriver par leur extrémité supérieure du sang sortant directement de l'artère ou de la veine d'un animal vivant. Le sang suinte le long des parois du tube, et tend par diffusion à se mettre en équilibre de tension avec les gaz contenus dans les tubes. On laisse couler dans chaque tube environ 150 centimètres cubes de sang pendant deux à trois minutes. Le sang s'écoule par l'extrémité inférieure de chaque tube, extrémité qui plonge sous une petite couche de mercure. Après l'expérience, les gaz contenus dans les tubes sont recueillis séparément et analysés.

Exemple (*Arch. f. d. ges. Physiol.*, VI. Exp. III, p. 73) : Deux tubes de l'aérotomètre sont remplis d'un mélange d'azote et de CO_2 , l'un A contient 7,17 p. 100 CO_2 , l'autre B, 2,36 p. 100 CO_2 . Après le passage du sang, A contient 2,91 p. 100 CO_2 et 3,03 p. 100 O_2 ; B contient 2,68 p. 100 CO_2 et 2,56 p. 100 O_2 . La tension de CO_2 du sang était donc comprise entre 2,68 et 2,91 p. 100 d'une atmosphère; celle de l'oxygène est indéterminée, mais certainement supérieure à 3 pour 100 d'une atmosphère. Deux autres tubes A' et B', contenant les mêmes mélanges gazeux, avaient été en même temps soumis au contact du sang veineux de l'animal. Après l'expérience, A' contient 5,13 p. 100 CO_2 et 0,98 p. 100 O_2 , B' contient 5,38 p. 100 CO_2 et 1,74 p. 100 O_2 . La tension de CO_2 du sang veineux est donc voisine de 5,13 ou 5,38 p. 100 d'une atmosphère, celle de l'oxygène est supérieure à 1,74 p. 100 d'une atmosphère.

STRASSBURG a trouvé comme moyenne (dix expériences) de la tension de CO_2 , 5,4 p. 100 d'atmosphère dans le sang veineux et 2,9 p. 100 d'atmosphère dans le sang artériel. La tension de l'oxygène était au moins de 2,8 p. 100 d'une atmosphère dans le sang veineux, au moins de 3,9 p. 100 d'une atmosphère dans le sang artériel.

La tension de CO_2 dans les produits de sécrétion provenant

de l'activité cellulaire (bile, urine) ou dans les cavités tapissées de cellules vivantes a été trouvée comprise entre 5 et 9 p. 100 d'une atmosphère.

Deux autres élèves de PFLÜGER, WOLFFBERG (*Arch. f. d. ges. Physiol.* t. vi, p. 23, 1872) et NUSSBAUM (*Arch. f. d. ges. Physiol.* 1873, t. vii, p. 296) ont fait, par le procédé de l'aérotonomètre, ou par des procédés analogues, de nombreuses déterminations de tension de CO^2 dans le sang veineux du cœur droit, c'est-à-dire dans le sang qui arrive au poumon, et dans le sang artériel, c'est-à-dire dans le sang qui revient du poumon; et ils ont comparé les valeurs trouvées avec celle de la tension de CO^2 dans l'air qui a servi à la respiration. Ils ont constaté que, chez le chien, l'air qui revient du poumon (dernières portions d'air expiré) présente sensiblement la même tension de CO^2 (2,8 p. 100 de CO^2) que le sang artériel qui revient du poumon (2,8 p. 100 d'atmosphère). Il s'établit donc, en vertu des lois de la diffusion, un équilibre parfait entre la tension de CO^2 du sang et de l'air au niveau des alvéoles pulmonaires.

L'absorption par les capillaires de la circulation générale du CO^2 formé dans les tissus, son exhalation à la surface du poumon et son élimination dans l'atmosphère extérieure, s'expliquent par les lois de la diffusion gazeuse, qui veulent que CO^2 chemine des endroits à tension élevée, vers les endroits à faible tension. En effet la tension de CO^2 peut être approximativement représentée chez le chien, par les chiffres suivants :

Tissus.	Sang veineux.	Air des alvéoles.	Air extérieur.
(3 à 9 p. 100 At.)	(3,81 à 5,4 p. 100 At.)	(2,8 p. 100 At.)	(0,03 p. 100 At.)

Il est donc superflu d'admettre, comme l'avaient fait C. LUDWIG, ROBIN et VERDEIL, et d'autres, une action spécifique du tissu pulmonaire pour expliquer l'exhalation de CO^2 à la surface du poumon; les lois physiques de la diffusion en rendent complètement compte.

Ajoutons que WOLFFBERG et NUSSBAUM ont constaté que, si l'on obstrue une bronchiole d'un animal vivant, de manière à empêcher le renouvellement de l'air dans une portion du poumon, l'analyse de cet air confiné montre qu'il présente exactement la

même tension de CO^2 que le sang veineux, soit 3,81 à 5,4 p. 100 d'une atmosphère. Ici aussi, il y a établissement d'un équilibre complet de tension entre l'air des alvéoles et le sang.

De même, l'absorption d'oxygène à la surface pulmonaire par le sang veineux et son passage à travers les parois des capillaires de la circulation générale, pour alimenter le foyer de la combustion organique et de la production de CO^2 , s'expliquent en vertu des lois de la diffusion, qui veulent que l'oxygène chemine des endroits à tension forte vers ceux à tension faible :

Air extérieur.	Air des alvéoles.	Sang artériel.	Tissus.
(20,93 p. 100 At.)	(18 p. 100 At.)	plus de 3,9 p. 100 At.	tension voisine de zéro.
> > > >			

Il semble, d'après les chiffres de tension d'oxygène du sang artériel trouvés par STRASSBURG (3,9 p. 100 d'atmosphère) et ceux plus récents et un peu plus élevés (10 p. 100 d'atmosphère) déterminés également au moyen de l'aérotomètre par HERTER (*Zeits. f. physiol. Chemie*, t. III, p. 98), que la tension de l'oxygène du sang artériel est inférieure à celle de l'air des alvéoles pulmonaires et que l'équilibre de tension de l'oxygène est loin d'être atteint dans le poulmon entre l'air et le sang.

Tel était l'état de la question lorsque parurent les travaux de BOHR (*Skandin. Arch. f. Physiol.* 1891, t. II, p. 236; *Centralbl. f. Physiologie*, 1887, t. I, et 1888, t. II, p. 437; *Sur la respiration pulmonaire*, *Bull. acad. royale dan. des sc. et des lettres*, 2 nov. 1888, p. 139). BOHR a publié une série de déterminations de tension d'oxygène et de CO^2 dans le sang artériel du chien, qui montrent que souvent la tension de l'oxygène y est plus élevée (plus de 20 p. 100 d'une atmosphère) et celle de CO^2 plus basse (plusieurs fois tension nulle de CO^2) que dans l'air des alvéoles pulmonaires. Ici donc, les gaz auraient cheminé dans un sens inverse à celui que demandaient les différences de tensions; et leur transport ne pouvait plus être mis sur le compte de la diffusion, comme le veut la théorie de PFLÜGER. BOHR s'appuie sur ces expériences pour assigner au tissu du poulmon un rôle actif dans l'absorption de l'oxygène, et l'exhalation de CO^2 , et pour comparer la fonction respira-

toire de l'épithélium pulmonaire à la fonction sécrétoire des épithéliums glandulaires.

BOHR se servit pour ses expériences, de chiens dont le sang était rendu incoagulable par une injection intra-veineuse de propeptone ou d'extrait de sangsue. Il employa comme aérotonomètre une forme modifiée du grand compteur de LUDWIG, qu'il appela *Hématoaréomètre* (*Hämataréometer* en allemand). Le sang arrivait par une carotide à l'hématoaréomètre, s'y mettait en contact avec le mélange gazeux contenu dans l'appareil, puis retournait à l'animal par une canule fixée dans un autre vaisseau, la veine fémorale par exemple. La persistance de la fluidité du sang permet ici de prolonger à volonté le contact entre la minime atmosphère gazeuse de l'appareil et le sang qui s'y renouvelle constamment. BOHR affirme que *l'équilibre entre l'air de l'aérotonomètre et les gaz du sang qui y afflue s'établit très rapidement, en général au bout de quelques minutes, à cause des conditions favorables qui facilitent la diffusion* (*Sur la resp. pulm.*, p. 256); à l'appui de cette assertion, il cite un certain nombre de chiffres fournis aux différents moments d'une même expérience.

Je dois avouer que l'examen des résultats numériques des expériences de BOHR me semble au contraire indiquer que l'équilibre de tension était loin d'être atteint à la fin de chaque expérience, principalement en ce qui regarde l'oxygène. Ce qui me frappe dans ces chiffres, c'est l'influence considérable exercée sur la valeur de la tension trouvée dans l'aérotonomètre à la fin de l'expérience (composition finale du mélange gazeux) par la tension qui y régnait au début (composition initiale du mélange gazeux), et qui avait été choisie arbitrairement par l'expérimentateur. Tous les cas où la tension finale de CO_2 fut trouvée très faible (moins de 1, 5 p. 100 atmosphère) sont précisément ceux où cette tension était faible au début de l'expérience. Les deux cas où cette tension finale fut trouvée = 0, celui où elle était presque nulle (0,14 p. 100 atmosphère) correspondent à trois des six expériences où la tension était déjà = 0 au début. Mêmes remarques pour les

valeurs de l'oxygène. Le graphique ci-dessus (fig. 1) montre nettement la relation existant entre les valeurs de tension de l'oxygène dans l'atmosphère de l'aérotomètre au début et à la fin de chacune des expériences de BOHR.

Cette influence ne s'explique qu'en admettant que l'équilibre de tension n'avait pas eu le temps d'être atteint pendant la durée trop courte de l'expérience.

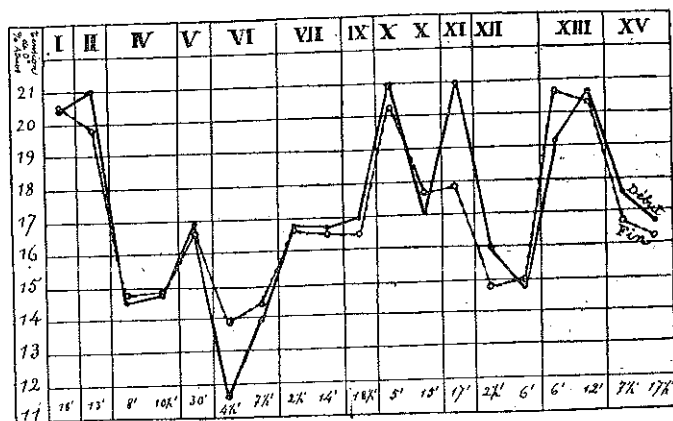


Fig. 1.

Courbes représentant les tensions d'oxygène au début (trait plein marqué *Début*) et à la fin (trait interrompu marqué *Fin*) des expériences de BOHR. I, II, etc., sont les numéros d'ordre des expériences (les expériences III, VIII et XIV n'ont pas fourni de valeur d'oxygène).

18', 13', 8', durée en minutes de l'afflux du sang dans chaque expérience.

41, 42, 43, à gauche, échelle de la tension de l'oxygène en centièmes d'atmosphère.

§ II. — EXPÉRIENCES.

J'ai répété les expériences de BOHR (*Centralbl. f. Physiologie*, 1893, t. VII, p. 35 et 1894, t. VIII, p. 34) en me servant également de chiens dont le sang avait été rendu incoagulable par une injection intra-veineuse de propeptone (0,25 gr. d'Hémialbumose de GRÜBLER, par kil. d'animal.) Je relie la carotide droite et la jugulaire du même côté au moyen de tubes de caoutchouc d'un demi-mètre de long avec les deux extrémités

a et *b* d'un aérotonomètre dont la fig. 2 montre la disposition. Le sang arrive par *a*, suinte à la surface du tube *c*, se rassemble à l'extrémité inférieure *b* et retourne à l'animal. Le tube *c* a une longueur de 75 centimètres et une contenance

de 70 centimètres cubes. Il est rempli au début d'un mélange gazeux de composition connue (air atmosphérique, azote pur, mélange d'air et de CO_2 , mélange d'azote et de CO_2 , etc.).

R est un réfrigérant de LIEBIG, dans lequel on fait circuler de l'eau à la température du corps de l'animal ($+ 39^\circ$). Un aide tient l'appareil à une hauteur telle (au-dessus ou au-dessous de l'animal) que la pression intérieure (le tube *t* peut servir à y greffer un manomètre) corresponde sensiblement à la pression atmosphérique extérieure; il incline l'appareil et lui imprime constamment un mouvement lent de rotation autour de son axe longitudinal, afin que le sang qui afflue par *a* se répande sur toute la surface intérieure de *c* et que le mélange gazeux emprisonné dans l'appareil soit toujours enveloppé d'une couche continue de sang en mouvement.

On prépare deux ou trois appareils semblables *A*, *B*, *C*, chacun d'eux devant servir à une expérience d'une heure : *A* contient, par exemple, un mélange gazeux, riche en CO_2 et pauvre en oxygène; *B*, un mélange riche en oxygène, pauvre en CO_2 , *C* peut contenir de l'azote ou de l'air ou tel autre mélange.

On attend pour commencer une expérience

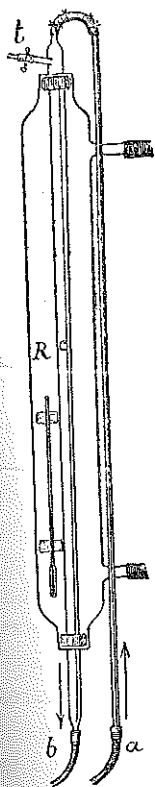


Fig. 2. — Aérotonomètre de l'auteur.

Le sang de la carotide arrive par le tube *a*, suinte à la surface du tube *c* contenant une atmosphère limitée chauffée à $+ 39^\circ$ et retourne par le tube *b*, à la veine jugulaire externe.

que la pression sanguine (qui est souvent fort basse immédiatement après l'injection de propeptone) se soit relevée et que le sang afflue abondamment par l'extrémité supérieure du tube de l'aérotomètre. On prolonge l'expérience pendant une heure ou davantage. On vérifie soigneusement à la fin de chaque expérience qu'aucun caillot ne s'est formé dans l'appareil. On transvase ensuite le gaz contenu en *c* dans l'appareil qui doit servir à l'analyser. Je me suis servi pour les analyses de burettes de HEMPEL, légèrement modifiées. La burette à analyse se termine supérieurement par un robinet de verre, elle est entourée d'un manchon de verre dans lequel circule l'eau de la Ville, dont la température est soigneusement contrôlée par un thermomètre gradué en dixièmes de degrés.

Les burettes dont je me sers sont rétrécies dans les régions au niveau desquelles se font les lectures de volume, de sorte que le centimètre cube *y* est divisé en 20 ou 25 parties. On peut donc lire directement le 25^e de c. c. et évaluer facilement le quart d'une division, c'est-à-dire faire les mesures de volume au centième de centimètre cube près. Il faut connaître approximativement la teneur en oxygène et en acide carbonique du mélange que l'on a à analyser, de manière à choisir dans un assortiment de burettes diversement rétrécies, celle qui convient au cas particulier. La fig. 3 représente la burette qui me sert à analyser l'air de l'expiration ou des mélanges gazeux de composition analogue. Elle contient 100 c. c. Le rétrécissement inférieur va du 100^e au 93^e c. c. et sert à faire les lectures avant et après l'absorption de CO² par la pipette à potasse.

Le rétrécissement moyen va du 83^e au 77^e c. c. et sert à la lecture du volume après absorption de l'oxygène par la pipette à phosphore.

Des burettes analogues d'une capacité de 50, 33 ou 25 c. c. servent à analyser le gaz de l'aérotomètre à la fin de chaque expérience. Ces burettes ne présentent qu'une seule portion rétrécie occupant le tiers inférieur de leur capacité, c'est-à-dire la région correspondant à l'absorption de CO² par la potasse et de l'oxygène par le phosphore.

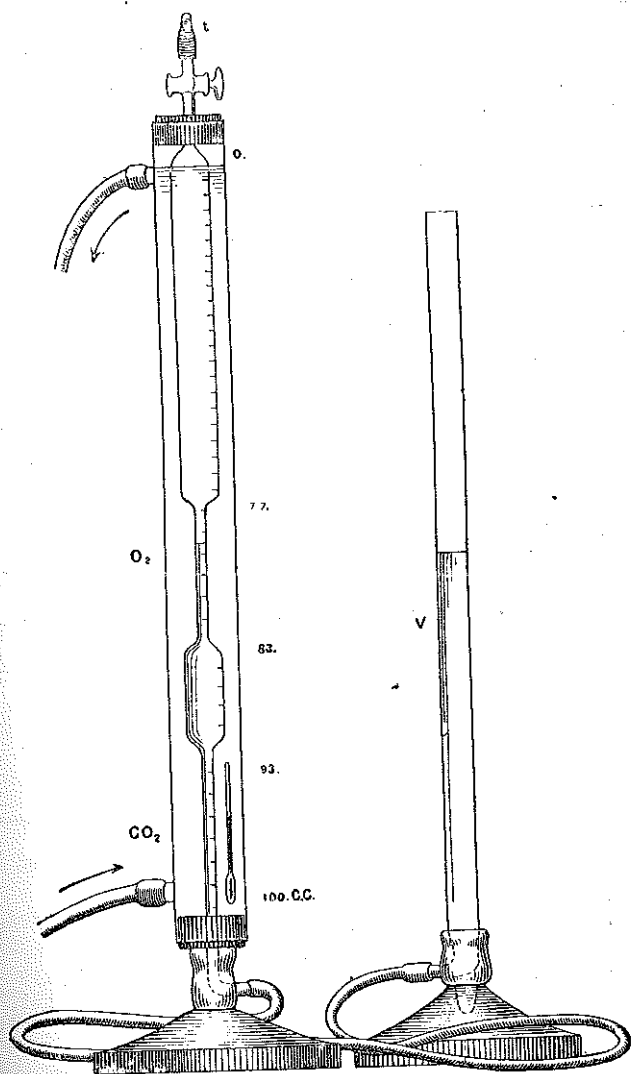


Fig. 3. — Burette de l'auteur pour l'analyse de l'air de l'expiration.

Les gaz sont mesurés au niveau des parties rétrécies de la burette. Les mesures se font à la pression atmosphérique et à la température de l'eau du manchon, avant et après absorption de CO_2 par la potasse (entre 100 c.c. et 93 c.c.), et après absorption de O_2 (entre 83 c.c. et 77 c.c.) par le phosphore. Le tube *t* sert à faire passer le gaz dans les pipettes à potasse et à phosphore.

Les analyses sont faites d'après le procédé décrit par HEMPEL avec toutes les précautions d'usage (*Gasanalytische Methoden. Braunschweig, 1890*). Absorption de CO_2 par une solution liquide de potasse contenue dans une pipette spéciale que l'on met en rapport avec l'extrémité supérieure de la burette à gaz. Absorption de l'oxygène par des baguettes de phosphore noyées sous l'eau et contenues dans une pipette analogue à celle de CO_2 .

Après chaque manipulation, le gaz qui avait été chassé dans la pipette est réintroduit dans la burette. On attend cinq minutes avant de faire la lecture, afin que l'eau qui mouille les parois de la burette ait le temps de se rassembler complètement dans le bas et que le gaz contenu se soit mis en équilibre de température avec l'eau du manchon.

Voici, sous forme de tableau, les résultats des analyses faites au moyen de ce procédé. Les premières expériences doivent être considérées comme de simples expériences d'orientation.

Temps	Durée du passage du sang dans l'aérotomètre	Composition centésimale du mélange gazeux de l'aérotomètre		D'où valeur probable de la tension de CO_2 et de O_2 dans le sang.
		au début	à la fin	

Chien I. 24 kilogr. 4.8 gr. Propeptone à 9 h. 17 m.

A	10 h. 57 à 11 h. 27	30 s.	$\text{CO}_2 = \text{traces}$	$\text{CO}_2 = 2.28$	$\text{CO}_2 > 2.28\% \text{ At.}$
			$\text{O}_2 = 20.7$	$\text{O}_2 = 16.12$	
B	11 h. 37 à 12 h. 17	40	$\text{CO}_2 = \text{traces}$	$\text{CO}_2 = 2.17$	$\text{O}_2 < 16.12 =$ $12.71\% ? \text{ At.}$
			$\text{O}_2 = \text{traces}$ $\text{Az} = 100$	$\text{O}_2 = 9.6$	

Chien II. 27 kilogr. 5 gr. Propetone à 2 h. 13 m.

A	2 h. 35 à 3 h. 9	34	$\text{CO}_2 = 8.2$	$\text{CO}_2 = 4.16$	$\text{O}_2 < 17.6 =$ $12.48\% ? \text{ At.}$
			$\text{O}_2 = 0.1$	$\text{O}_2 = 5.12$	
B	3 h. 29 à 3 h. 52	23	$\text{CO}_2 = \text{traces}$	$\text{CO}_2 = 3.25$	Caillots à la fin de l'expérience.
			$\text{O}_2 = 20.8$	$\text{O}_2 = 17.6$	

Temps	Durée du passage du sang dans l'aérolo- nomètre	Composition centésimale du mélange gazeux de l'aérolo- mètre		D'où valeur probable de la tension de CO ₂ et de O ₂ dans le sang
		au début	à la fin	

Chien III. 14 kilogr. 3.5 gr. Propeptone à 8 h. 35 m.

A	8 h. 47 à	60	CO ₂ = 4.32	CO ₂ = 2.96	O ₂ = 12.77% At. CO ₂ = 2.9 % At.
	9 h. 47		O ₂ = 10.88	O ₂ = 12.69	
B	9 h. 55 à	60	CO ₂ = 0.9	CO ₂ = 2.62	
	10 h. 55		O ₂ = 15.08	O ₂ = 12.86	
C	11 h. 0 à	66	CO ₂ = traces	CO ₂ = 3.0	
	12 h. 6		O ₂ = 20.8	O ₂ = 17.0	

Chien IV. 12 kilogr. 3 gr. Propeptone à 2 h. 15 m.

A	2 h. 34 à	60	CO ₂ = 5.07	CO ₂ = 2.106	O ₂ = 13 à 14.8% At.
	3 h. 34		O ₂ = 10.8	O ₂ = 13.01	
B	3 h. 36 à	60	CO ₂ = 0.53	CO ₂ = 2.72	CO ₂ = 2.41 % At.
	4 h. 36		O ₂ = 25.175	O ₂ = 14.83	
C	4 h. 39 à	91	CO ₂ = traces	CO ₂ = 2.95	
	6 h. 10		O ₂ = 20.7	O ₂ = 17.485	

Chien V. 31 kilogr. 7.7 gr. Propeptone à 3 h. 35 m.

A	3 h. 41 à	60	CO ₂ = 0.68	CO ₂ = 3.31	CO ₂ = 3.3% At. O ₂ = 8%? At.
	4 h. 41		O ₂ = 9.81	O ₂ = 7.98	
B	5 h. 42 à	60	CO ₂ = 4	CO ₂ = 2.45	CO ₂ = 2.45 % At. O ₂ < 9.29 % At.
	6 h. 42		O ₂ = 14.6	O ₂ = 9.29	

Chien VI. 18 kilogr. 4.5 gr. Propeptone

A			CO ₂ = 4	CO ₂ = 3.71	O ₂ = 13.2% At. CO ₂ = 3.6% At.
			O ₂ = 14.61	O ₂ = 13.23	
B			CO ₂ = traces	CO ₂ = 3.57	
			O ₂ = 20.8	O ₂ = 16.096	

Temps	Durée du passage du sang dans l'acrotomètre	Composition centésimale du mélange gazeux de l'acrotomètre.		D'où valeur probable de la tension de CO_2 et de O_2 dans le sang
		au début	à la fin	

Chien VII. 15 kilogr. 3.75 gr. Propeptone à 2 h. 52 m.

A	2 h. 58 à 3 h. 58	60	Azote pur	$\text{CO}_2 = 2.9$ $\text{O}_2 = 11.52$	$\text{CO}_2 = 3.9$
B	3 h. 58 à 4 h. 58	60	$\text{CO}_2 = 4$ $\text{O}_2 = 14.6$	$\text{CO}_2 = 3.53$ $\text{O}_2 = 13.98$	$\text{CO}_2 = 3.5\% \text{ At.}$ $\text{O}_2 = 14\% \text{ At.}$
C	5 h. 10 à 5 h. 55	45	Air	$\text{CO}_2 = 3.53$ $\text{O}_2 = 17.12$	Caillots

Chien VIII. 21 kilogr. 5 gr. Propeptone à 9 h. 35 m.

A	9 h. 35 à 10 h. 35	60	$\text{CO}_2 = 5.64$ $\text{O}_2 = 13.77$	$\text{CO}_2 = 2.87$ $\text{O}_2 = 13.395$	
B	10 h. 35 à 11 h. 35	60	$\text{CO}_2 = 0.3$ $\text{O}_2 = 7.92$	$\text{CO}_2 = 2.45$ $\text{O}_2 = 9.93$	$\text{CO}_2 = 2.8$ $\text{O}_2 = 13$
C	11 h. 35 à 12 h. 35	60	Air	$\text{CO}_2 = 2.85$ $\text{O}_2 = 14.42$	

Chien IX. 11 kilogr. 2.75 gr. Propeptone à 2 h. 50.

A	2 h. 55 à 3 h. 55	60	Azote	$\text{CO}_2 = 1.427$ $\text{O}_2 = 13.261$	$\text{CO}_2 > 1.7$
B	3 h. 55 à 4 h. 55	60	Air	$\text{CO}_2 = 1.71$ $\text{O}_2 = 19.72$	$\text{O}_2 > 13.261$ $\text{O}_2 < 19.72$ $= 16.49?$

Chien X.

Meurt au bout de 25 minutes	$\text{CO}_2 = 0$ $\text{O}_2 = 17.1$	$\text{CO}_2 = 4.047$ $\text{O}_2 = 11.71$	$\text{CO}_2 > 4$ $\text{O}_2 < 11.7$
-----------------------------	--	---	--

Chien XI. 9 kilogr.

A	3 h. 30 à 4 h. 30	60	$\text{CO}_2 = 5.42$ $\text{O}_2 = 13.39$	$\text{CO}_2 = 4.10$ $\text{O}_2 = 12.8$	$\text{CO}_2 = 3.9$ $\text{O}_2 = 12.8$
B	4 h. 45 à 5 h. 45	60	$\text{CO}_2 = 4.5$ $\text{O}_2 = 15.25$	$\text{CO}_2 = 3.93$ $\text{O}_2 = 14.16$	

J'avais essayé par le même procédé de déterminer chez un cheval la tension des gaz du sang artériel non peptonisé, partant de cette notion que le sang du cheval se coagule plus lentement que celui des autres mammifères. Chez un vieux cheval destiné à l'abattoir, je mis à nu la carotide et la veine jugulaire droite et les reliais aux deux tubes de mon aérotonomètre (rempli d'air au préalable). Malheureusement le sang arriva, à certains moments, en telle abondance et avec une si grande force, qu'il se forma dans l'aérotonomètre un mélange spumeux d'air et de sang, rendant toute analyse impossible. Je ne doute pas qu'on puisse éviter ce mécompte, en modérant l'arrivée du sang dans l'appareil, ou peut être en employant un aérotonomètre un peu plus large. Je n'ai plus eu l'occasion de renouveler ma tentative.

§ III. — CONCLUSIONS.

1. La diffusion de l'oxygène gazeux vis-à-vis du sang s'opère *in vitro* avec une lenteur excessive. Si l'on place dans l'aérotonomètre une masse gazeuse limitée (50 à 70 c. c.), au contact d'une masse de sang considérable (plusieurs litres de sang peptonisé), se renouvelant constamment et présentant une surface de diffusion étendue, il faudra, malgré ces conditions favorables, un temps fort long pour que l'équilibre de tension soit atteint entre l'oxygène du mélange gazeux et celui du sang. Cet équilibre sera loin d'être réalisé au bout d'une heure d'expérience, si la tension initiale de l'oxygène était très faible (azote pur) ou très forte (air atmosphérique ou mélanges gazeux riches en oxygène) dans l'atmosphère gazeuse de l'aérotonomètre.

2. La tension de l'oxygène dans le sang artériel peptonisé du chien est voisine de 12 à 14 pour cent d'une atmosphère.

Cette tension est donc inférieure de plusieurs centièmes d'atmosphère à la tension de ce gaz dans l'air des alvéoles pulmonaires. En d'autres termes, le sang artériel qui revient du poulmon n'a pas eu le temps de se mettre en équilibre complet de tension avec l'air des alvéoles, en ce qui regarde l'oxygène.

3. La tension de CO^2 du sang artériel peptonisé du chien est d'environ 3 pour cent d'une atmosphère. Cette valeur est à peu près la même que celle qui fut déterminée par les élèves de PFLÜGER dans le sang artériel ordinaire du chien et par GRANDIS⁽¹⁾ dans le sang peptonisé, et par différents auteurs pour l'air des alvéoles pulmonaires du chien.

L'équilibre de tension entre CO^2 du sang et CO^2 de l'air des alvéoles pulmonaires paraît donc atteint chez le chien.

4. La tension des gaz du sang artériel peptonisé est conforme à la théorie qui explique les échanges gazeux de la respiration par les lois ordinaires de la diffusion gazeuse : chaque gaz chemine du milieu où sa tension est forte vers celui où elle est faible.

(¹) GRANDIS. *Archiv. f. Physiologie*, 1891, p. 499.