

Académie des sciences (France). Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences / publiés... par MM. les secrétaires perpétuels. 1835-1965.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

*La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.

*La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

Cliquer [ici](#) pour accéder aux tarifs et à la licence

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

*des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

*des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisation@bnf.fr.

COMPTES RENDUS
HEBDOMADAIRES
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-DOUZIÈME.

JANVIER — JUIN 1871.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1871

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 12 JUIN 1871,

PRÉSIDIÉE PAR M. DELAUNAY.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'hydrate de chloral*. Note de **M. H. BYASSON**,
présentée par M. Ch. Robin.

« Ayant entrepris, il y a plus d'une année, une étude sur l'hydrate de chloral, et spécialement sur son action physiologique, nous soumettons à l'Académie quelques-uns des résultats principaux déduits de nos expériences, en attendant que nous puissions, après avoir atteint le but proposé, lui présenter un Mémoire détaillé à l'appui. Contrairement aux conclusions de M. Oscar Liebreich et de quelques autres expérimentateurs, en nous fondant sur l'action comparée du chloroforme, du formiate de soude, de l'hydrate de chloral, de l'acide trichloracétique et du trichloracétate de soude, sur des grenouilles, des rats et des chiens, et incidemment sur l'homme pour l'hydrate de chloral, nous formulerons les propositions suivantes :

» 1°. L'action de l'hydrate de chloral sur des organismes similaires est différente de celle du chloroforme;

» 2° Cette action est spéciale à ce corps, mais elle peut être considérée comme la résultante de celle des deux produits dans lesquels il se dédouble, principalement au contact du sang, savoir : le chloroforme et l'acide formique;

» 3° L'action de l'hydrate de chloral sur l'organisme animal est différente de celle de l'acide trichloracétique et du trichloracétate de soude, qui se dédoublent en chloroforme et acide acétique, tout en étant comparables.

» Une partie du chloroforme formé par l'action des carbonates alcalins du sang sur l'hydrate de chloral s'élimine par la voie pulmonaire; une partie de l'acide formique se retrouve dans l'urine à l'état de formiate de soude. Pour résumer pratiquement l'action effective de l'hydrate de chloral telle que les expériences nous l'ont montrée, nous distinguerons trois degrés, atteints graduellement et successivement par des doses croissantes, mais variables suivant les individus :

» Premier degré : action soporifique faible et sédation légère du système nerveux sensitif, pouvant s'accompagner par intermittences d'une agitation particulière comparable à celle que produisent certains rêves;

» Deuxième degré : action soporifique énergique et impérieuse, avec diminution de la sensibilité : à cette période correspond un sommeil calme, d'une durée variable, mais sans trouble apparent des fonctions principales de la vie : par des doses successives, administrées dès que l'action des premières a presque complètement disparu, le sommeil peut être entretenu pendant une période relativement très-longue;

» Troisième degré : action anesthésique, avec perte complète de la sensibilité générale et résolution musculaire : presque toujours nous avons vu la mort survenir lorsque nous avons réellement atteint cette période, et la raison en est facile à donner : une dose considérable d'hydrate de chloral a dû être administrée, et on n'est pas maître, à un moment donné, de soustraire l'organisme à l'action du médicament agissant progressivement jusqu'à sa complète transformation et élimination. »

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE - TREIZIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1871.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1871

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 17 JUILLET 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* Note de **M. P. BERT**, présentée par M. Cl. Bernard.

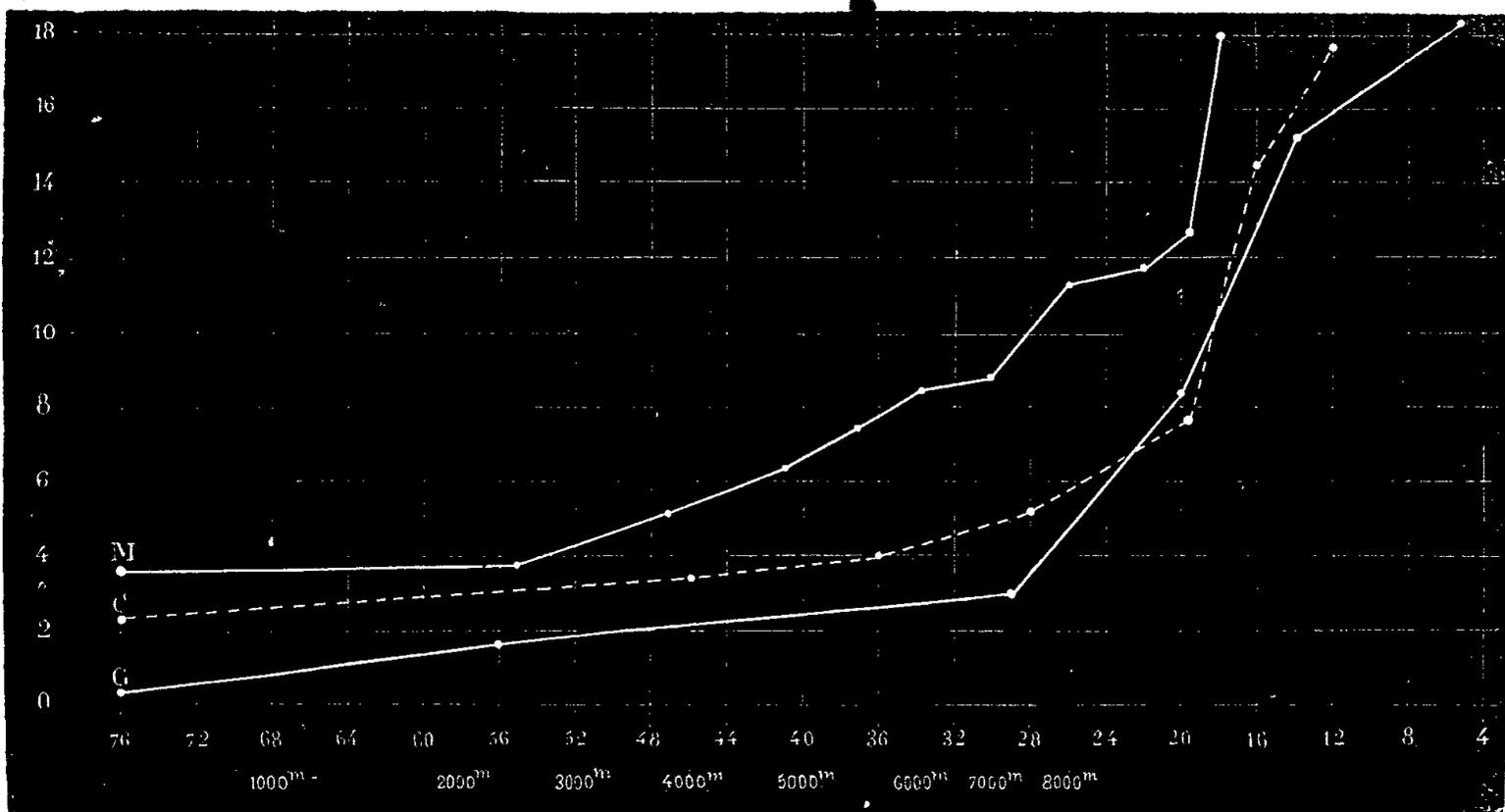
« J'ai pu, grâce au concours généreux de M. le Dr Jourdanet, installer dans le laboratoire de Physiologie de la Sorbonne de vastes appareils que desservent des machines à vapeur, et qui me permettent d'étudier expérimentalement, sous tous ses aspects, la question si importante, au point de vue physiologique et médical, de l'influence des changements dans la pression barométrique. J'aurai l'honneur d'exposer successivement à l'Académie, dans une série de Notes, les résultats de mes recherches.

» Je lui rendrai compte aujourd'hui des faits relatifs à la mort des animaux soumis à des pressions inférieures à celle de la pression atmosphérique moyenne, et particulièrement à la composition de l'air confiné et raréfié dans lequel ils succombent.

» Lorsqu'on diminue brusquement la pression à laquelle est soumis un vertébré à sang chaud, jusqu'à l'abaisser à 15 ou 18 centimètres de mercure, on voit l'animal bondir, être pris de convulsions et succomber rapidement, avec une écume sanguinolente dans les bronches. La mort arrive également vite, que la cloche où est renfermé l'animal soit close ou qu'elle soit traversée par un courant d'air continu : dans le premier cas, l'air am-

biant est à peine altéré; dans tous les deux, le sang est noir dans les cavités gauches du cœur.

» Mais si l'on abaisse graduellement la pression, on peut, avec des précautions suffisantes et en renouvelant activement l'air dès le début de l'expérience, arriver à faire vivre des animaux, pendant un temps notable, à de très-faibles pressions. Ils finissent alors, si l'on ferme la cloche, par mourir d'asphyxie. Or la composition de l'air dans lequel ils périssent varie considérablement avec la pression.



» Les graphiques que je présente ici à titre d'exemple donnent de cette assertion une preuve manifeste. Le tracé M est relatif à des moineaux francs, C à des cochons d'Inde, G à des grenouilles. Les pressions sont mesurées sur l'axe des abscisses; sur celui des ordonnées sont portées les proportions centésimales d'oxygène qui restaient dans l'air des cloches après la mort des animaux. Les tracés relatifs à la quantité d'acide carbonique ont une apparence à peu près symétrique.

» Pour chaque espèce, la capacité des cloches était en raison inverse de la pression, de manière que les animaux avaient sensiblement la même quantité d'air à leur disposition. J'amenais graduellement et lentement les animaux à la pression que je voulais obtenir, m'arrêtant lorsqu'ils paraissaient souffrir, et renouvelant constamment et énergiquement l'air autour d'eux; alors seulement je fermais les robinets.

» Il n'a pas été possible de faire vivre les oiseaux à une pression inférieure à 18 centimètres; les mammifères, au contraire, ont pu être amenés jusqu'à 12 centimètres; dans cette condition, leur température s'abaissait de plusieurs degrés. Les animaux à sang froid, certains mammifères nouveau-nés vont beaucoup plus loin. Une cresselle, oiseau d'assez haut vol, supporta encore moins la diminution de pression qu'un moineau; un hérisson se montra aussi susceptible que les autres mammifères, et ne put être mis en état d'hibernation.

» Relativement à l'épuisement de l'air pour une même pression, les animaux qui laissaient le plus d'oxygène et qui formaient le moins de CO^2 ont été les cresselles, les chouettes (*Strix psilodactyla*) et les chats adultes, puis les moineaux, puis les grenouilles et les chats nouveau-nés, enfin les cochons d'Inde pour les pressions supérieures à 26 centimètres; au-dessous, les grenouilles et les petits chats épuisaient davantage l'air.

» Un simple coup d'œil jeté sur les graphiques montre que la quantité d'oxygène qui reste dans l'air après la mort est d'autant plus grande que la pression est plus faible : la quantité du CO^2 formé varie en sens inverse.

» Si l'on examine de plus près, on constate que les modifications ne commencent guère à se produire que vers 55 centimètres de pression, ce qui correspond environ à 2000 mètres d'altitude. Elles suivent alors une marche assez régulièrement progressive jusqu'au niveau des pressions de 30 centimètres et au-dessous, où les phénomènes s'accroissent davantage.

» Voici quelques chiffres qui donnent la mesure de ces différences dans la composition de l'air après la mort :

» *Moineaux francs.* — Pression de 76^c,4 : CO^2 , 15^c,4; O, 3,6. — 55^c : CO^2 14,7; O, 3,6. — 47^c : CO^2 , 14,2; O, 5,2. — 37^c : CO^2 , 11,5; O, 7,4. — 30^c : CO^2 , 10,1; O, 8,7. — 26^c : CO^2 , 7,8; O, 11,2. — 19^c,7 : CO^2 , 7,1; O, 12,8. — 18^c : CO^2 , 2,8; O, 18.

» *Chouettes.* — Pression de 76^c : CO^2 , 13,2; O, 3,1. — 28^c : CO^2 , 6,4; O, 13,4. — 23^c : CO^2 , 3,3; O, 17,1. — 19^c,5 : CO^2 , 2,6; O, 17,6.

» *Chats.* — Pression de 75^c : CO^2 , 13,2; O, 4,4. — 51^c : CO^2 , 10,1; O, 8,5. — 29^c,5 : CO^2 , 9,6; O, 10,3. — 21^c : CO^2 , 6,4; O, 15,5. — 16^c : CO^2 , 5,5; O, 16,6.

» *Chats nouveau-nés.* — Pression de 58^c : CO^2 , 17,1; O, 3. — 25^c,5 : CO^2 , 14,5; O, 7,1. — 20^c : CO^2 , 14,5; O, 8,5. — 16^c,5 : CO^2 , 10,7; O, .3.

» *Cochons d'Inde.* — Pression de 76^c : CO^2 , 16,4; O, 2,3. — 46^c,5 : CO^2 , 16; O, 3,4. — 36^c : CO^2 , 17,8; O, 4. — 28^c : CO^2 , 15,7; O, 5,2. — 19^c,5 : CO^2 , 15,6; O, 7,6. — 16^c : CO^2 , 9,8; O, 14,5. — 12^c : CO^2 , 3,1; O, 17,6.

» *Grenouilles*. — Pression de 76° : CO², 17,4; O, 0,3. — 56° : CO², 17,7; O, 1,7. — 29° : CO², 15; O, 3. — 20° : CO², 12; O, 8,4. — 14° : CO², 6,3; O, 15,2. — 5°,5 : CO², 3,4; O, 18,2.

» *Chrysomèles*. — A 76°, ou à 9°, ou même à 4°, ont épuisé complètement l'oxygène, et laissé de 18 à 20 de CO².

» J'exposerai dans une autre Communication les conséquences que l'on peut tirer de ces expériences, relativement à l'asphyxie et à l'influence des altitudes. »

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 21 AOUT 1871,

PRÉSIDÉE PAR M. FAYE.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* 2^e Note de **M. P. BERT**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans la première Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur ce sujet (voir *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 213), il a été question de faits relatifs à la mort d'animaux asphyxiés en vases clos, sous des pressions inférieures à la pression atmosphérique; je parlerai aujourd'hui de la mort dans l'air confiné sous des pressions supérieures, et j'indiquerai les conséquences immédiates qu'on peut tirer de ces deux séries de recherches.

» Les animaux mis en expériences étaient des moineaux francs, des rats et des grenouilles; le vase où ils étaient renfermés avait la capacité d'un litre; il me fallait environ quinze minutes pour y obtenir une pression de 9 atmosphères.

» L'augmentation de la pression, si rapidement qu'on la produisît, ne paraissait exercer sur l'animal presque aucune impression; on voyait seulement la respiration se ralentir jusqu'au moment où commençaient les phénomènes propres à l'asphyxie; ceux-ci ne semblaient avoir rien de particulier, et l'animal succombait sans convulsions, avec une température

interne de 22 à 27 degrés, c'est-à-dire à peine supérieure à celle de l'air ambiant.

» Il est bien évident que l'animal en expérience avait à sa disposition des quantités d'air, et par conséquent d'oxygène, proportionnelles aux pressions employées, et cependant il mourait à peu près dans le même temps, quelles que fussent ces pressions (environ trois heures pour les moineaux). En outre, si, alors que se manifestaient les symptômes de l'asphyxie, on augmentait la pression en injectant dans le récipient de l'air pur, l'animal n'en était nullement soulagé, malgré la nouvelle quantité d'oxygène qu'on lui fournissait ainsi. Au contraire, il se remettait rapidement lorsqu'on laissait échapper de l'air, diminuant ainsi la pression sans changer la composition de l'atmosphère qu'il respirait. J'expliquerai plus loin ces résultats, en apparence singuliers.

» Après la mort de l'animal on trouvait, si la pression était supérieure à 2 atmosphères, le sang très-rouge non-seulement dans les artères, mais dans les veines, et, si l'on avait dépassé 5 atmosphères, de nombreuses bulles de gaz dans les cavités *droites* du cœur, gaz qui ne s'était dégagé qu'au rétablissement de la pression normale.

» On peut impunément ramener un rat ou un moineau, en quelques secondes, de 7 ou 8 atmosphères à la pression normale. Le rat en paraît à peine impressionné; l'oiseau est, pendant un moment, fort tourmenté par la dilatation subite de ses sacs pulmonaires, mais il se remet très-vite. Dans ces conditions, les grenouilles éclatent véritablement, avec projection de l'estomac par la bouche et des intestins par l'anus. J'ai vu, dans quelques cas, des moineaux, dont l'asphyxie était déjà fort avancée, périr soudain par une brusque décompression : ils avaient alors des gaz libres dans le cœur droit. Il y a là un sujet d'études d'une grande importance pratique, et à propos duquel je présenterai à l'Académie un travail spécial.

» J'arrive maintenant à la composition de l'air dans lequel périssent des animaux de même espèce (moineaux) aux diverses pressions; voici des résultats moyens :

	Acide carbonique.	Oxygène.
Pression normale.....	16,0	3,5
1 $\frac{1}{2}$ atmosphère.....	15,2	2,6
2 atmosphères.....	13,7	5,0
2 $\frac{1}{2}$ atmosphères.....	11,3	8,5
3 $\frac{3}{4}$ atmosphères.....	7,2	11,1
5 atmosphères.....	5,6	13,8
7 atmosphères.....	4,0	15,9
9 atmosphères.....	3,0	17,2

» On voit que, d'une manière générale, plus la pression est forte, moins l'oiseau altère l'air qu'il a à sa disposition. Cependant, c'est entre 1 et 2 atmosphères que l'oxygène est le plus épuisé, et nous verrons, dans un moment, pourquoi. Il est intéressant de voir que ces faibles augmentations de pression sont précisément celles que l'on a pu utiliser avec grand succès en thérapeutique, tandis que les pressions supérieures sont défavorables. Cette région barométrique mérite donc une attention spéciale.

» Si maintenant, considérant la composition de l'air mortel aux pressions de 2 atmosphères et au-dessus, nous cherchons à déterminer la valeur de la pression de l'acide carbonique produit pendant l'expérience, nous trouvons qu'elle a toujours été la même. En effet, 13,7 pour 100 d'acide carbonique, à 2 atmosphères, représentent, à la pression normale, $2 \times 13,7 = 27,4$; à $2 \frac{1}{2}$ atmosphères, 11,3 pour 100 représentent $2,5 \times 11,3 = 28,25$, et, de même : $3,75 \times 7,2 = 27$; $5 \times 5,6 = 28$; $7 \times 4 = 28$; $9 \times 3 = 27$. (Le graphique exprimant ces faits est donc l'hyperbole équilatère $xy = 28$.)

» Or, si l'on met, à la pression normale, un moineau dans un litre d'un mélange de 750 centimètres cubes d'oxygène et de 250 centimètres cubes d'azote, il meurt, après avoir produit de 26 à 28 pour 100 d'acide carbonique. La mort arrive évidemment, ainsi que l'a autrefois montré M. Cl. Bernard, parce que l'acide carbonique contenu dans le sang veineux ne peut plus s'échapper en traversant les poumons, à cause de la pression de l'acide carbonique de l'atmosphère.

» Nos moineaux, à diverses augmentations de pression, meurent par la même raison, car leur sang artériel et même leur sang veineux sont sursaturés d'oxygène. Nous arrivons donc à conclure que : *un moineau périt nécessairement quand il a, dans son sang veineux, une quantité d'acide carbonique capable de faire équilibre à la pression de 26 à 28 pour 100 d'acide carbonique contenu dans l'air extérieur* (mais non dans les poumons, ce qui est autre chose), quelle que soit, du reste, la quantité d'acide carbonique que contiennent l'air et le sang. Pour les mammifères, le chiffre proportionnel paraît devoir être élevé à 28 ou 30; mais, pour les reptiles, il s'abaisse à 15 ou 16, ces animaux redoutant beaucoup plus l'acide carbonique, comme je l'ai autrefois prouvé, que ne le font les animaux à sang chaud.

» On comprend maintenant pourquoi les oiseaux, dans le même récipient de 1 litre, meurent dans le même temps, quelle que soit la pression : un calcul simple montre, en effet, qu'ils meurent lorsqu'ils ont formé de 260

à 280 centimètres cubes d'acide carbonique, ce qui paraît se faire à peu près dans le même temps sous toutes les pressions. On voit également pourquoi l'air pur injecté ne les soulage pas lorsqu'ils s'asphyxient, puisque la proportion d'acide carbonique varie exactement en sens inverse de la pression, et par suite conserve la même action nuisible; au contraire, en laissant échapper de l'air, on ne change pas la proportion centésimale de l'acide carbonique de l'air, mais on diminue évidemment sa pression sur l'acide carbonique du sang.

» Il est encore facile de s'expliquer comment, entre 1 et 2 atmosphères, l'oiseau peut continuer à épuiser l'air: c'est que, à $1 \frac{1}{2}$ atmosphère, par exemple, la pression de l'acide carbonique produit ($15,2 \times 1,5 = 22,8$) n'est pas suffisante pour le tuer à elle seule, et le manque d'oxygène joue un rôle important.

» Mais pourquoi, à $1 \frac{1}{2}$ atmosphère, l'air est-il plus altéré qu'à la pression normale, et plus à celle-ci qu'à une pression moindre? La réponse peut se formuler d'une manière très-simple.

» Un oiseau qui meurt dans l'air à la pression normale y périt par manque d'oxygène lorsque la proportion de celui-ci s'est abaissée en moyenne à 3,5 pour 100 (les extrêmes vont de 3 à 4). Supposons que la pression soit seulement de 37 centimètres; nous avons vu que l'air devenu mortel contient, dans ce cas, 7,4 pour 100 d'oxygène; si nous écrivons la proportion $76:37 = 7,4:x$, x représentera la valeur, à 76 centimètres de pression, de 7,4 centièmes à 37 centimètres: or $x = \frac{37 \times 7,4}{76} = 3,6$. En faisant le même calcul avec les nombres indiqués dans ma précédente Note (la moyenne des expériences donne, à 55 centimètres: oxygène, 4,6; acide carbonique, 13,4, et à 47 centimètres: oxygène, 5,5; acide carbonique, 12,4: il y a donc là une petite correction à faire aux chiffres donnés), on trouve des nombres oscillant entre 3,3 et 3,8, c'est-à-dire ayant pour moyenne 3,5 (on aurait donc encore ici l'équation d'une hyperbole $\frac{xy}{76} = 3,5$). Nous pouvons donc dire, en résumé: *Un moineau périt nécessairement quand il n'a plus dans son sang artériel qu'une quantité d'oxygène capable de faire équilibre à la pression de 3,5 d'oxygène contenu dans l'air extérieur.* Pour les cochons d'Inde, on voit la moyenne s'abaisser à 2,5.

» Au-dessus de la pression normale, à $1 \frac{1}{2}$ atmosphère (soit 114 centimètres), par exemple, la proportion d'oxygène restant devrait être de $\frac{3,5 \times 76}{114} = 2,3$; elle est un peu plus forte, vraisemblablement parce que la

pression de l'acide carbonique produit (22,8) a une importance non négligeable comme cause de la mort. Ceci montre encore une fois le grand intérêt d'une étude approfondie des pressions intermédiaires à 1 et 2 atmosphères.

» Je m'efforce de déterminer quelle est, dans le sang, cette quantité maximum d'acide carbonique qui fait équilibre à 28 d'acide dans l'air extérieur, et cette quantité minimum d'oxygène qui fait équilibre à 3,5 d'oxygène contenu dans l'air extérieur. Mais il reste dès maintenant établi que les modifications dans la proportion des gaz du sang peuvent tuer un animal de trois manières : 1° par insuffisance d'oxygène (confinement dans l'air à la pression de 1 atmosphère et au-dessous); 2° par excès d'acide carbonique (pression de 2 atmosphères et au-dessus); 3° à la fois par excès d'acide carbonique et par insuffisance d'oxygène (pressions intermédiaires entre 1 et 2 atmosphères).

» On comprend combien de questions importantes entourent ces résultats principaux; elles sont, de ma part, l'objet d'un travail assidu, et j'aurai bientôt à communiquer à l'Académie le résultat de nouvelles recherches. »