

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-QUATORZIÈME.

JANVIER — JUIN 1872.

PARIS,

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

1872

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 22 JANVIER 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

PHYSIOLOGIE. — *Analyse des gaz du sang; comparaison des principaux procédés; nouveaux perfectionnements.* Note de MM. A. ESTOR et C. SAINT-PIERRE, présentée par M. Cl. Bernard. (Extrait.)

« I. Nos premières recherches sur les gaz du sang (voir *Comptes rendus*, 1864 et 1865) ont été faites exclusivement par le procédé de M. Cl. Bernard, c'est-à-dire en déplaçant les gaz du sang par l'oxyde de carbone. Afin d'éviter les transvasements, nous avons employé, dans des expériences ultérieures, un appareil consistant en une *cloche courbe à deux branches* (voir *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, janvier 1865). Cet appareil a été construit, sur nos indications, par M. Alvergniat : nous l'avons fait connaître dans une précédente Communication, il a été présenté à l'Académie; et plusieurs savants en ont adopté l'usage. Il nous semble donc inutile de revenir aujourd'hui sur ce premier perfectionnement.

» Mais la méthode de M. Cl. Bernard n'est-elle pas inférieure, quant à sa valeur, à celle de l'extraction du gaz du sang par le vide, sans oxyde de carbone? Grâce aux libéralités de l'Académie, nous avons fait construire des appareils qui ont permis de démontrer la concordance des résultats obtenus par ces deux méthodes.

» II. Nous avons adapté la pompe à mercure à une cloche tubulée, dans laquelle nous introduisons à la fois l'oxyde de carbone et le sang. Les avantages de cet appareil sont les suivants : manœuvre très-facile; possibilité de mesurer la quantité de sang employé, avant son introduction dans la cloche; facilité de faire varier à volonté la température, et surtout obstacle absolu à toute entrée de l'air. Dans les expériences faites à l'aide de cet instrument, comparativement avec la cloche courbe et le procédé de M. Cl. Bernard, nous avons obtenu des résultats concordants.

» III. Dans les cas où nous n'avons pas voulu employer l'oxyde de carbone, nous nous sommes servis d'un autre appareil que nous nommons *baromètre à large chambre*, et qui se compose d'un véritable baromètre dont la chambre élargie communique avec une pompe à mercure.

» IV. Dans le Mémoire que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie, se trouvent des planches représentant les appareils et le détail des expériences variées qui autorisent les conclusions suivantes : avec un même sang, ou avec du sang pris dans le même point du torrent circulatoire du chien, on obtient des quantités égales d'oxygène en employant soit le vide seul (baromètre à large chambre), soit l'oxyde de carbone seul (procédé de M. Cl. Bernard, cloche courbe), soit le vide et l'oxyde de carbone combinés (pompe à mercure modifiée). »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 29 JANVIER 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

PHYSIOLOGIE. — *Note sur les analyses des gaz du sang; influence de l'eau.*

Note de MM. A. ESTOR et C. SAINT-PIERRE, présentée par M. Cl. Bernard.

« I. Dans nos expériences antérieures sur les gaz du sang, nous avons constamment trouvé des nombres comparables, quand on prend le sang dans un même point du système artériel. Nous avons donné, pour le sang du chien, les moyennes ci-après :

Artère rénale	18,22 ^{cc}	pour 100.
Artère splénique	14,38	»
Artère crurale	7,62	»

» Ces nombres ont été obtenus avec les principales méthodes d'analyse des gaz du sang, savoir : l'extraction par le vide seul (pompe à mercure), par l'oxyde de carbone (Cl. Bernard), par l'oxyde de carbone et le vide combinés.

» Ces nombres sont concordants avec ceux qu'avait indiqués avant nous M. Cl. Bernard, et avec ceux qui ont été trouvés après nous par de nombreux expérimentateurs.

» II. Cependant, dans quelques travaux publiés en Allemagne, il a été donné des nombres, obtenus par le procédé de Ludwig, qui s'éloignent notablement des nôtres. Nous nous sommes appliqués à rechercher la cause de ces divergences. Dans ce but, nous avons fait successivement varier tous les éléments de l'expérimentation.

» Nous nous sommes assurés que les résultats sont concordants avec ceux de nos expériences : 1° quelle que soit la proportion d'oxyde de carbone; 2° quelle que soit la température; 3° quelle que soit la durée de l'action de l'oxyde de carbone ou du vide.

» Il semblait que nous avions épuisé les diverses conditions du problème, lorsque nous avons remarqué que, par la manière d'opérer des auteurs allemands, le sang se trouve nécessairement mélangé à une certaine proportion d'eau. C'est sur ce point qu'ont porté alors nos investigations.

» III. Nous avons pris du sang de l'artère crurale du chien, à l'aide d'une seringue graduée. Une moitié a été traitée directement par le procédé

de M. Cl. Bernard. L'autre moitié a été introduite dans un appareil, que nous décrirons ailleurs, où elle s'est trouvée mélangée avec deux fois son volume d'eau distillée, bouillie, et avec deux fois son volume d'oxyde de carbone. Le procédé de M. Cl. Bernard nous a donné, comme toujours, des nombres variant de 6,66 à 8,50 d'oxygène pour 100 volumes de sang.

» Au contraire, la partie de sang chauffée à l'ébullition avec cette addition d'eau a laissé dégager des quantités d'oxygène bien supérieures. Dans quatre expériences, nous avons obtenu, pour 100 volumes de sang de l'artère crurale du chien :

Expérience I.	13,32 ^{cc}
Expérience II.	21,64
Expérience III.	22,51
Expérience IV.	20,64

» IV. Dans un Mémoire complet, nous donnerons les détails d'expérimentation qui ne sauraient trouver place ici. Aujourd'hui, nous n'insistons que sur ce fait : l'eau chaude ajoutée au sang et bouillie avec lui permet d'extraire des quantités d'oxygène plus considérables que celles que fournit le sang sans cette addition.

» Quant à la nature et à l'origine de l'oxygène du sang normal sur lequel ont porté nos précédentes recherches, et à celles de l'oxygène du sang dont les globules ont été dissous par l'eau, nous en ferons le sujet d'une prochaine Communication. »

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 26 FÉVRIER 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

« Bien que l'usage du chloroforme comme agent anesthésique soit déjà ancien, il n'est pas de chirurgien, quelles que soient sa pratique et son habileté, qui n'use de cet agent avec une certaine appréhension. — C'est qu'en effet il n'existe pas jusqu'à ce jour de règle ou de procédé pour son emploi qui nous mette dans une complète sécurité à l'égard des accidents qu'il peut produire.

» Obtenir l'anesthésie complète en échappant aux risques d'accidents mortels qu'entraîne malheureusement, souvent encore, l'absorption du chloroforme, est donc un problème dont la solution est bien digne de tenter tous les chirurgiens.

» M. Cl. Bernard, à son cours du Collège de France, au moment où il étudiait comparativement l'action physiologique des différents alcaloïdes de l'opium, a soulevé cette importante question et l'a en partie résolue, en nous montrant qu'il est possible, en combinant l'action de la morphine et du chloroforme, d'obtenir un état d'anesthésie très-complet, avec une quantité de chloroforme beaucoup moindre qu'il ne la faut ordinairement, lorsque cette substance est employée seule. Pour donner cette démonstration, M. Cl. Bernard injectait préalablement sous la peau d'un chien une certaine quantité de chlorhydrate de morphine (5 ou 10 centigrammes), et peu de temps après on administrait du chloroforme. Chaque fois l'anesthésie se produisait promptement et se prolongeait, bien que la quantité de chloroforme absorbée fût très-petite. Ces expériences furent répétées un grand nombre de fois et toujours avec le même résultat.

» Au moment où M. Cl. Bernard faisait ces intéressantes recherches, un chirurgien de Munich, Nusbaüm, constatait également ce phénomène sur une femme qui avait, pendant le cours d'une opération, absorbé une grande quantité de chloroforme. Ce chirurgien ne voulut pas administrer plus longtemps de cette substance, dans la crainte de provoquer un accident mortel. Il eut alors l'idée d'administrer en lavement une petite quan-

tité de morphine, et il vit alors l'anesthésie chloroformique se prolonger bien longtemps encore.

» Deux chirurgiens de Strasbourg, MM. Rigault et Sarazin, ont fait des recherches sur ce point. Jusqu'à ce jour leurs observations sont restées inédites, d'après les renseignements qui nous sont donnés par un de leurs élèves. M. Guibert, de Saint-Brieuc, nous communique la Note suivante :

» 1 centigramme de chlorhydrate de morphine en injection sous-cutanée, un quart d'heure après l'inhalation du chloroforme; on obtient d'abord l'analgésie sans sommeil avec intégrité complète de l'intelligence et des sens spéciaux. Cette analgésie n'est pas absolue et serait insuffisante pour les opérations graves avec section des troncs nerveux.

» En continuant l'inhalation, on obtient l'anesthésie, avec des doses de chloroforme inférieures à celles nécessaires quand on emploie le chloroforme seul. »

» Nous ne croyons pas que, pour ce qui a trait aux applications à la chirurgie de cet important phénomène, découvert par M. Cl. Bernard, les chirurgiens aient eu l'idée de pousser plus avant les recherches.

» Préoccupés de cette importante question, nous donnons ici un court résumé d'observations que nous avons entreprises chez l'homme, nous réservant d'y revenir sous peu, avec plus de développement et la rigueur scientifique que doit comporter le sujet, alors qu'il nous sera possible de doser d'une façon bien précise la quantité de chloroforme absorbée.

» 1° Le 27 janvier dernier, M. Labbé, dans son service de la Pitié, pratique sur un homme encore jeune une amputation sus-maléolaire; vingt minutes avant l'opération, on a injecté chez ce malade, à la partie interne d'une cuisse, 0^{gr}, 02 de chlorhydrate de morphine. On donne alors le chloroforme, et il se manifeste une légère excitation; au bout de sept minutes, l'anesthésie est complète et se prolonge encore longtemps après l'opération, qui a duré dix-sept minutes. La quantité de chloroforme dépensée est de 28 grammes. Ce malade, bien que la sensibilité ne soit pas encore revenue, répond parfaitement à toutes les questions qu'on lui fait, et il est très-éveillé.

» 2° Le même jour, nous agissons de même chez un autre malade qui doit subir une opération assez longue (évidemment du grand trochanter). Application de chloroforme vingt minutes après l'injection morphine; l'anesthésie est complète après six minutes d'inhalation du chloroforme. L'opération a duré trente-deux minutes, et il a été dépensé 25 grammes de chloroforme. Ce malade a eu une période d'excitation assez longue, puis il est tombé dans la résolution complète et n'a rien senti pendant toute la durée de son opération.

» 3° *Malade.* — Mardi 30 janvier, nous en donnons à un malade qui doit subir une opération de fistule à l'anus. Comme pour les deux autres, injection de 0^{sr},02 de chlorhydrate de morphine un quart d'heure avant l'opération. Période d'excitation de cinq minutes, puis anesthésie complète. La quantité de chloroforme employée a été de 18 grammes.

» 4° *Malade.* — Injection de 0^{sr},02 de chlorhydrate de morphine à une jeune fille de vingt ans qui doit subir l'opération de l'ovariotomie. Le chloroforme est donné vingt minutes après l'injection; une légère période d'excitation se manifeste, et l'anesthésie est complète au bout de six minutes. L'opération a duré une heure quarante-cinq minutes, et la dépense de chloroforme, pour produire l'anesthésie pendant tout ce temps, a été de 48 grammes. Pendant tout ce temps, la malade a été dans un état complet de résolution, et elle s'est réveillée très-calme après l'opération, disant qu'elle n'avait rien senti et ne sentait encore aucune douleur.

» En résumé, ces recherches, bien que très-incomplètes, nous permettent cependant d'affirmer :

» 1° Que l'on peut obtenir chez l'homme, comme l'a montré M. Claude Bernard pour les animaux, l'anesthésie bien plus rapidement en combinant l'action du chloroforme et de la morphine;

» 2° Que cette anesthésie est de plus longue durée et peut se prolonger très-longtemps avec de faibles doses de chloroforme, et que, par ce fait, les risques d'accidents mortels peuvent se trouver considérablement diminués.

» Nous croyons également que l'on pourrait sans inconvénient élever un peu la dose du chlorhydrate de morphine dans l'injection préalable, et qu'il y aurait peut-être avantage à pratiquer l'injection un peu plus longtemps avant l'opération que nous ne l'avons fait. Nous avons cru remarquer que tout n'était pas absorbé au point où avait été pratiquée l'injection au moment de l'opération. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 18 MARS 1872,

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

« L'un de nous a démontré que l'action du chlore sur l'aldéhyde, dans des conditions convenables, donne lieu à la formation d'une certaine quantité de chlorure d'acétyle et d'une combinaison de chlorure d'acétyle avec l'aldéhyde. Cette réaction est conforme à celle que l'on observe avec d'autres aldéhydes, en particulier avec l'essence d'amandes amères dont la transformation en chlorure de benzoyle, sous l'influence du chlore, a été démontrée autrefois dans les travaux classiques de MM. Liebig et Wöhler. Toutefois, il s'en faut que la réaction soit aussi nette avec l'aldéhyde qu'avec l'essence d'amandes amères. Le premier de ces corps possédant une tendance très-prononcée à se polymériser, on obtient par l'action prolongée du chlore des dérivés chlorés de produits de condensation, parmi lesquels MM. Kræmer et Pinner ont signalé le chloral crotonique (1).

» En tout cas, si l'on se place dans les conditions que j'ai indiquées, ce n'est pas le chloral ou l'hydrure de trichloracétyle qui se forme avec l'aldéhyde, ce n'est pas, en d'autres termes, le groupe méthylique de l'aldéhyde $\text{CH}^3\text{-CHO}$, mais l'autre groupe, le groupe incomplet CHO qui est attaqué, et il se forme du chlorure d'acétyle $\text{CH}^3\text{-COCl}$.

» Il nous a semblé qu'on pourrait empêcher ce dernier groupe de céder

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4^e série, t. XXIII, p. 328.

à l'action du chlore, en le saturant par la fixation d'autres éléments. Cette saturation est effectuée dans un composé décrit par MM. Wurtz et Frapolli et que ces chimistes ont obtenu en dirigeant un courant de gaz chlorhydrique dans un mélange d'aldéhyde et d'alcool. Dans ce produit

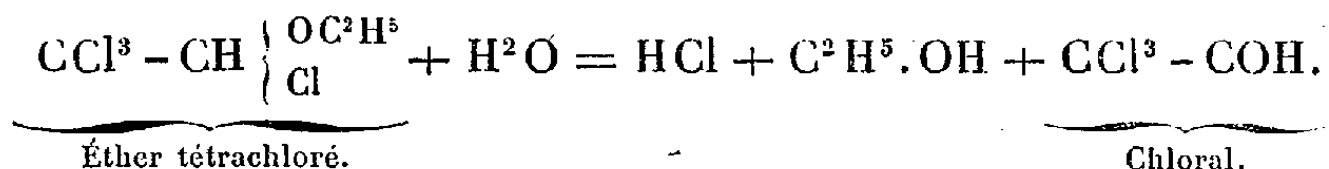
$\text{CH}^3 - \text{CH} \left\{ \begin{array}{l} \text{OC}^2\text{H}^5 \\ \text{Cl} \end{array} \right.$ le groupe CHO de l'aldéhyde se trouve remplacé par un groupe $\text{CH} \left\{ \begin{array}{l} \text{OC}^2\text{H}^5 \\ \text{Cl} \end{array} \right.$ et l'on pouvait espérer qu'en soumettant le corps dont il

s'agit à l'action du chlore, ce n'est pas sur ce dernier groupe qui renferme déjà du chlore, mais bien sur le groupe méthylique CH^3 que porterait l'effort de ce corps simple. L'expérience a confirmé ces prévisions. En soumettant le produit chloré de MM. Wurtz et Frapolli à l'action du chlore, en présence d'une petite quantité d'iode, on obtient le corps tétrachloré

$\text{CCl}^3 - \text{CH} \left\{ \begin{array}{l} \text{OC}^2\text{H}^5 \\ \text{Cl} \end{array} \right.$ qu'il est facile de transformer en chloral.

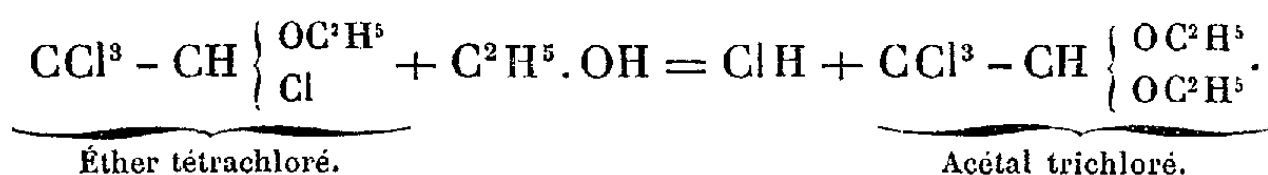
» On a purifié le composé tétrachloré dont il s'agit en le faisant digérer à chaud avec du perchlorure de phosphore. On l'a obtenu ainsi sous la forme d'un liquide incolore, bouillant de 183 à 188 degrés, et possédant à zéro degré la densité de 1,426. De fait, ce corps est identique avec l'éther tétrachloré $\text{C}^4\text{H}^6\text{Cl}^4\text{O}$ que M. Malaguti a décrit comme un des produits directs du chlore sur l'éther, et que M. Henry a obtenu récemment en faisant agir le perchlorure de phosphore sur l'alcoolate de chloral. M. Henry indique le point d'ébullition 188 degrés, et la densité 1,421 à 15 degrés.

» L'éther tétrachloré se convertit avec une grande facilité en chloral. Il suffit de le chauffer pendant quelque temps, en vase clos, avec de l'eau, à 100 degrés, pour le dédoubler en alcool, acide chlorhydrique et chloral.



» Dans une expérience dont les détails seront décrits ailleurs et dans laquelle on avait chauffé 20 grammes d'éther tétrachloré, pendant plusieurs jours, avec de l'eau, au bain-marie, on a obtenu, par un traitement convenable, environ 10 grammes de chloral pur.

Chauffé pendant quelques jours au bain-marie, avec de l'alcool, l'éther tétrachloré se convertit en acide chlorhydrique et en acétal trichloré



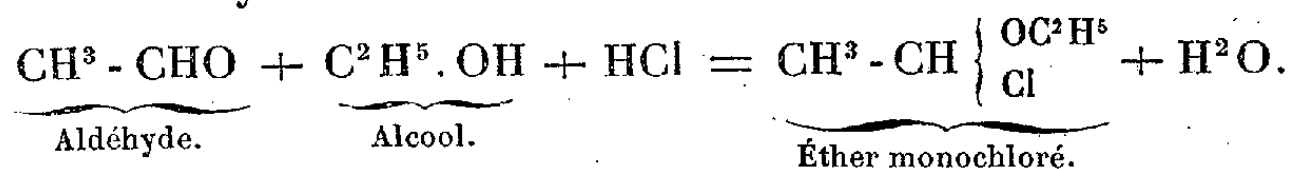
Toutefois, l'acide chlorhydrique réagissant sur un excès d'alcool, il se forme une quantité notable de chlorure d'éthyle.

» Dans une opération, où l'on avait chauffé 20 grammes d'éther tétrachloré avec 30 grammes d'alcool, on a recueilli et condensé 3 grammes de chlorure d'éthyle. L'acétal trichloré obtenu dans cette réaction a passé à l'ébullition de 199 à 201 degrés.

» Distillé avec l'acide sulfurique, l'éther tétrachloré a donné du chlorure d'éthyle et du chloral.

» On remarquera que le chloral obtenu dans toutes ces réactions est un dérivé direct de l'aldéhyde. Partant de l'aldéhyde, on a converti d'abord ce corps, au moyen de l'alcool et du gaz chlorhydrique, en éther monochloré (corps de Wurtz et Frapolli), lequel a été converti successivement en éther tétrachloré et en chloral. Ainsi on a obtenu du chloral avec de l'aldéhyde, de l'alcool, du gaz chlorhydrique et du chlore. Ce sont là précisément les produits qui sont en présence dans la préparation du chloral, lorsqu'on fait passer du chlore dans l'alcool. M. Stas a constaté autrefois la présence de l'aldéhyde parmi les produits de l'action du chlore sur l'alcool faible. On comprend qu'il ne puisse pas se former une quantité notable d'aldéhyde dans la première phase de la préparation du chloral; en effet, sous l'influence de l'excès d'alcool et de l'acide chlorhydrique, sans cesse formé, l'aldéhyde doit se convertir immédiatement en éther monochloré, et celui-ci, par l'action du chlore, se transforme lui-même en éther tétrachloré. Ce dernier donne du chloral par l'action de l'eau, de l'acétal perchloré par l'action de l'alcool. On sait, en effet, par les expériences de M. Lieben, que l'acétal perchloré existe parmi les produits de l'action du chlore sur l'alcool, et joue un rôle dans la préparation du chloral : il fournit ce corps par l'action de l'acide sulfurique.

» Toutefois, la réaction principale donnant naissance au chloral nous paraît être l'action de l'eau sur l'éther tétrachloré. Et cette eau, indépendamment de celle qui peut exister dans l'alcool, prend naissance dans la première phase de la réaction elle-même, par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde et l'alcool



» Elle décompose l'éther tétrachloré, selon l'équation donnée plus haut, en chloral, acide chlorhydrique et alcool, lequel peut entrer en réaction avec une nouvelle quantité d'aldéhyde et d'acide chlorhydrique. On

conçoit donc qu'une quantité limitée d'eau, alternativement formée et décomposée, puisse concourir à la formation d'une quantité notable de chloral.

» Pour convertir l'aldéhyde en chloral, il a donc suffi de fixer certains éléments sur le groupe aldéhydique CHO, en faisant agir sur l'aldéhyde l'alcool et l'acide chlorhydrique. Il nous a paru intéressant de rechercher si l'on n'arriverait point au même résultat, en remplaçant dans cette expérience l'alcool par l'eau. Théoriquement, une telle substitution paraissait possible en provoquant la formation d'un corps $\text{CH}^3 - \text{CH} \left\{ \begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{Cl} \end{array} \right.$, qui correspond au composé de MM. Wurtz et Frapolli, et qui représente de l'alcool monochloré, ou encore la chlorhydrine du glycol éthylidénique $\text{CH}^3 - \text{CH} \left\{ \begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{OH} \end{array} \right.$. Un tel corps étant soumis à l'action du chlore, celui-ci devait attaquer, par les mêmes raisons que dans le cas précédent, plutôt le groupe CH^3 que l'autre. Dans ce cas encore l'expérience a ratifié les prévisions de la théorie.

» Lorsqu'on ajoute de l'aldéhyde à de l'acide chlorhydrique ordinaire, on observe une réaction très-vive avec dégagement de chaleur, et le liquide brunit facilement au bout de quelque temps. Pour éviter cet inconvénient nous avons opéré de la manière suivante :

De l'aldéhyde pure et refroidie est mélangée avec de l'eau glacée dans la proportion des poids moléculaires; le liquide refroidi à -10 degrés est mélangé avec précaution avec environ son poids d'acide chlorhydrique moyennement concentré et refroidi à -10 degrés. Dans le mélange incolore ou très-légèrement fauve on dirige immédiatement un courant de chlore, le liquide étant refroidi. Au bout de quelques heures on chauffe légèrement en continuant de faire passer du chlore et en ayant soin de mettre le vase où s'opère la réaction en communication avec un récipient, à l'aide d'un tube recourbé qui plonge dans ce dernier. Dès que la température s'élève vers 100 degrés, on voit alors un liquide épais, visqueux, se rassembler dans le récipient : il y passe goutte à goutte, entraîné par l'excès de chlore.

Lorsqu'on opère dans les conditions qui viennent d'être indiquées, la proportion de ce liquide est assez considérable et l'on peut en obtenir un poids sensiblement égal à celui de l'aldéhyde employée. Le liquide épais et visqueux dont il s'agit est un hydrate d'aldéhyde dichlorée, mélangé avec de l'hydrate de chloral. Soumis à la distillation, il passe presque en-

tièrement au-dessous de 105 degrés. Distillé avec un excès d'acide sulfurique, il donne un mélange d'aldéhyde dichlorée et de chloral, qui passe à la distillation entre 85 et 98 degrés. Tous les essais qui ont été tentés pour séparer ces corps chlorés n'ont pas abouti : leurs points d'ébullition sont trop voisins, celui du chloral étant 95 degrés, celui de l'aldéhyde dichlorée, 88 à 90 degrés d'après M. Paterno, qui a obtenu, comme on sait, ce dernier corps en décomposant l'acétale dichloré par l'acide sulfurique. Toutefois les analyses que nous avons faites ont démontré que les parties qui passent à la distillation au-dessous de 90 degrés, sont généralement plus riches en aldéhyde dichlorée que la portion qui présente le point d'ébullition du chloral. Lorsqu'on expose cette dernière à l'air, il s'y forme quelquefois des cristaux d'hydrate de chloral. Les portions riches en aldéhyde dichlorée forment, au contraire, avec l'eau, un hydrate sirupeux (1).

» Lorsqu'on traite par la potasse caustique le mélange d'aldéhyde dichlorée et de chloral, ce dernier se dédouble en chloral et en chloroforme, tandis que l'aldéhyde dichlorée éprouve un autre mode de décomposition. Dans une expérience où l'on a décomposé par la potasse 13 grammes d'un tel mélange, bouillant au-dessous de 90 degrés, on n'a recueilli que 3^{gr}, 5 de chloroforme. La liqueur a noirci, et l'on a pu constater dans la solution noire la présence d'une quantité notable de chlorure de potassium et celle d'un acide organique complexe, soluble dans l'eau, et formant avec le sous-

(1) Nous donnons ici les résultats des nombreuses analyses que nous avons faites avec le mélange d'aldéhyde dichlorée et de chloral obtenu dans le cours de nos recherches.

Produits obtenus par l'action du chlore sur un mélange d'acide chlorhydrique et d'aldéhyde.

Point d'ébullition...	88° à 96	90°	85° à 90	94°	96°
Carbone.....	18,9	16,56	19,67	18,05	17,38
Hydrogène.....	1,5	1,54	1,53	1,26	1,61

Produits obtenus par l'action du chlore sur un mélange d'aldéhyde et d'eau.

Produit obtenu selon la méthode de M. Pinner.

Points d'ébullition..	85° à 92	94° à 96	90° à 95
Carbone.....	18,40	18,65	19,10
Hydrogène.....	1,46	1,25	1,39
Chlore.....	»	68,13	»

	Chloral. Théorie.	Aldéhyde dichlorée. Théorie.
Carbone.....	16,27	21,24
Hydrogène.....	0,67	1,77
Chlore.....	72,20	62,83

acétate de plomb un abondant précipité. Cet acide n'a pas encore été étudié. Ce qui est hors de doute, c'est que la potasse enlève du chlore à l'aldéhyde dichlorée et modifie ensuite les corps oxygénés qui peuvent résulter de cette action et qui sont sans doute d'une nature très-instable.

» L'action du chlore sur un mélange d'acide chlorhydrique et d'aldéhyde donne naissance à une quantité assez notable du liquide visqueux dont il a été question. Dans une opération où l'on avait opéré sur 15 grammes d'aldéhyde pure mélangée avec quelques grammes d'eau et avec 20 grammes d'acide chlorhydrique moyennement concentré, on a recueilli dans le récipient près de 15 grammes du liquide visqueux, sans compter ce qui a pu rester en dissolution dans le mélange acide lui-même.

» Les choses se passent ainsi lorsqu'on opère avec les précautions qui viennent d'être indiquées. Dans le cas contraire, si on laissait s'échauffer le mélange d'aldéhyde et d'acide chlorhydrique, si, d'un autre côté, l'on employait un grand excès de ce dernier acide, il serait difficile d'éviter la coloration du mélange et la transformation d'une quantité notable de l'aldéhyde. A la vérité, ces mélanges bruns se décolorent sous l'influence du chlore; mais le liquide visqueux qui passe, comme dans le cas précédent, en moindre quantité toutefois, entraîne alors des produits insolubles qui se séparent immédiatement, ou au moins lorsqu'on soumet le liquide visqueux à la distillation. Ces produits se prennent quelquefois en une masse de cristaux. En même temps on voit apparaître, à la fin de l'opération, des cristaux soit dans le tube lui-même qui plonge dans le récipient, soit même dans le liquide acide qui a été soumis à l'action du chlore, après le refroidissement de ce liquide.

» Les cristaux dont il s'agit sont l'hydrate de chloral crotonique décrit par MM. Kræmer et Pinner. Il fond à 75 degrés. Dans le liquide oléagineux lui-même, on a pu constater la présence d'une certaine quantité de chloral crotonique. Lorsqu'on le soumet à la distillation, il passe entre des limites de température très-étendues, le thermomètre s'élevant au delà de 200 degrés à la fin de l'opération. En distillant, avec de l'acide sulfurique, les parties qui ont passé entre 150 et 180 degrés, on peut isoler une certaine quantité de chloral crotonique présentant la composition et les propriétés du corps découvert par MM. Kræmer et Pinner. Ajoutons que dans toutes ces expériences nous avons remarqué la formation de produits insolubles qui se déposent d'abord du liquide sous forme de corps oléagineux, et qui restent finalement, au sein de la liqueur acide, sous la forme d'une masse visqueuse jaune.

» L'action du chlore sur l'aldéhyde donnant naissance à de l'acide chlorhydrique, on s'est demandé si l'addition de cet acide peut être regardée comme une condition nécessaire à la formation du chloral, et s'il ne suffirait pas d'ajouter de l'eau pour arriver au même résultat. D'une part, l'acide chlorhydrique formé peut jouer le rôle de celui qu'on ajoute; d'autre part, on conçoit la saturation de la molécule d'aldéhyde par les éléments de l'eau seule. L'aldéhyde s'échauffe lorsqu'on la mélange avec de l'eau et cette élévation de température est sans doute l'indice d'une combinaison. Ce mélange pourrait renfermer l'hydrate saturé, mais très-instable, $\text{CH}^3 - \text{CH} \left\{ \begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{OH} \end{array} \right.$ isomérique avec le glycol, lequel se forme, comme on sait, par l'union directe de l'eau avec l'oxyde d'éthylène, isomérique avec l'aldéhyde. Le chlore en agissant à une basse température sur un tel hydrate pourrait sans doute attaquer la molécule par le groupe méthylique. On a donc fait l'expérience suivante :

» 50 grammes d'aldéhyde ont été mêlés à 20 grammes d'eau, les deux liquides étant refroidis à zéro degré. En 4 minutes la température s'est élevée à 19°,5, celle de l'air ambiant étant à 16 degrés. On a ajouté ensuite 80 grammes d'eau à 16 degrés et l'on a constaté une élévation de température très-sensible, le thermomètre s'étant élevé à 32 degrés. On a ajouté ensuite 50 grammes d'eau et l'on a fait passer le chlore pendant 6 heures à — 10 degrés, puis pendant deux jours au bain-marie.

» On a recueilli dans le récipient 40 grammes de l'hydrate visqueux qui a été mentionné plus haut, et d'où l'on a retiré, par distillation avec l'acide sulfurique, un mélange d'aldéhyde dichlorée et de chloral, comme dans l'expérience précédemment décrite. Le liquide acide (1) dans lequel on avait fait passer le chlore renfermait, en dissolution, une portion des produits chlorés formés dans la réaction. Aucun produit résineux ne s'y était déposé.

» Les conditions dans lesquelles le chloral et l'aldéhyde dichlorée se sont formés dans l'expérience qui vient d'être décrite, sont, à peu de chose

(1) La réaction terminée, ce liquide a été distillé, et le premier quart du liquide qui avait passé a été mélangé avec 2 fois son volume d'acide sulfurique. Ce mélange ayant été distillé, on a recueilli d'abord un liquide riche en aldéhyde dichlorée et en chloral, puis il a passé entre 110 et 150 degrés un liquide acide qui s'est rempli de cristaux du jour au lendemain. Ces cristaux étaient solubles dans l'eau bouillante, d'où ils se sont déposés par le refroidissement en belles lames allongées. Ce corps fond à 80 degrés. Son point d'ébullition est élevé. Sa composition paraît répondre à la formule $\text{C}^1 \text{H}^0 \text{Cl}^1 \text{O}^2 = (\text{C}^1 \text{H}^1 \text{Cl}^1 \text{O}, \text{H}^2 \text{O}?)$.

près, celles où s'est placé récemment M. Pinner (1). Seulement ce chimiste attribuant à la polymérisation de l'aldéhyde l'insuccès des expériences relatives à la formation du chloral par l'action directe du chlore sur l'aldéhyde pure, a voulu empêcher cette polymérisation, en saturant par le marbre l'acide chlorhydrique au fur et à mesure qu'il se forme dans la réaction. Les expériences précédemment décrites démontrent que la présence de l'acide chlorhydrique n'empêche pas la formation de l'aldéhyde dichlorée et du chloral, et qu'on serait plutôt tenté de lui attribuer une influence favorable. Au surplus, l'expédient imaginé par M. Pinner, s'il s'oppose à la présence d'une quantité notable d'acide chlorhydrique, n'exclut pas cet acide de la liqueur. Celle-ci reste acide dans tout le cours de la réaction, et il faut qu'elle le soit pour qu'elle puisse attaquer le marbre. Or, d'après les expériences de M. Kekulé, il suffit d'une trace d'acide chlorhydrique pour provoquer la formation de la paraldéhyde. De fait, en interrompant une expérience faite d'après les indications de M. Pinner, au moment où le chlore passait dans le liquide refroidi à — 10 degrés, nous avons pu constater à la surface de la solution aqueuse des cristaux de paraldéhyde, qui ont fondu dès que le liquide a repris la température ordinaire.

» Ajoutons qu'en répétant l'expérience décrite par M. Pinner, nous avons observé la formation de l'hydrate visqueux qui a été mentionné dans cette Note, et qui s'est rassemblé dans le récipient qu'on avait eu soin de disposer à la suite du ballon renfermant l'aldéhyde, l'eau et le marbre. Dans une de nos expériences, une partie de cet hydrate s'était séparée dans le ballon même de la solution de chlorure de calcium qui s'est prise, après le refroidissement, en une masse de cristaux. L'hydrate a pu être séparé, par décantation, de ces derniers. Distillé avec de l'acide sulfurique, cet hydrate a donné un mélange d'aldéhyde dichlorée et de chloral dont on trouve l'analyse ci-dessus. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Action combinée de la morphine et du chloroforme.* Note de M. GUIBERT, présentée par M. Claude Bernard.

« MM. Labbé et Goujon, dans leur Communication du 26 février dernier, sur l'action combinée de la morphine et du chloroforme, ont rapporté, en faisant l'historique de la question, une Note que j'avais laissée à M. Labbé en octobre 1871, Note trop concise pour donner une idée des résultats pratiques que j'ai obtenus. Je crois donc le moment venu de les faire connaître.

» Guidé par les expériences de M. Cl. Bernard et par les conseils donnés dans ses leçons faites au Collège de France, j'ai entrepris, depuis deux ans, d'utiliser chez l'homme cette association de la morphine et du chloroforme.

» J'en ai obtenu deux états bien distincts, qui ne sont que deux degrés d'action du chloroforme chez le sujet préalablement soumis à l'influence de la morphine : 1° l'analgésie, 2° l'anesthésie.

» 1° *Analgésie.* — Le sujet ayant subi une injection hypodermique de 1 à 2 centigrammes de chlorhydrate de morphine, le premier effet des inhalations de chloroforme, employé suivant la méthode ordinaire, est de produire un état d'analgésie avec conservation de l'intelligence des sens et du mouvement volontaire.

» Cet état suffit dans la pratique des accouchements et des opérations de petite chirurgie pour émousser très-notablement la sensibilité à la douleur.

» 2° *Anesthésie.* — Quand on prolonge suffisamment et sans interruption les inhalations du chloroforme, on obtient le sommeil avec anesthésie et résolution des muscles, état si précieux pour les grandes opérations, et que M. Cl. Bernard a désigné sous le nom d'*anesthésie mixte*.

» La plupart des faits que j'ai recueillis concernent le premier de ces états, l'analgésie, état qui n'a pas encore été décrit et n'a point été l'objet d'applications thérapeutiques. Mes observations, au nombre d'une trentaine au moins, dont quinze relatives à des accouchements, me paraissent démontrer que cet état d'analgésie pourra rendre de grands services dans la pratique des accouchements laborieux, dans celle des opérations sans lésion des troncs nerveux, et dans le traitement d'affections très-douloureuses, telles que les coliques de plomb, les coliques hépatiques et néphrétiques. La dose de morphine a varié de 1 à 2 centigrammes. Il est plus difficile de préciser la dose du chloroforme employé, à cause de l'évaporation. Ce qui prouve qu'elle est relativement faible, c'est qu'il a suffi à un malade atteint de violentes coliques de plomb, pour maintenir l'état analgésique pendant plusieurs heures, de respirer le chloroforme au-dessus d'un flacon débouché et seulement par intervalles.

» C'est surtout pour les accouchements laborieux que l'analgésie me paraît appelée à entrer dans la pratique usuelle. Elle atténue très-notablement la douleur et peut être continuée plusieurs heures sans faire courir à la mère aucun danger, sans nuire à la santé de l'enfant, sans modifier notablement les contractions régulières de l'utérus, sans prédisposer aux hémorrhagies, suite de couches.

» Voici comment je procède dans les accouchements : Je pratique à l'avant-bras l'injection sous-cutanée d'environ 1 centigramme de chlorhydrate de morphine, au moment où la femme commence à supporter difficilement les douleurs des contractions utérines et où je vois survenir de l'agitation avec anxiété et découragement. Un quart d'heure environ après l'injection, je commence l'inhalation du chloroforme, par la méthode ordinaire, au moment même où la femme m'annonce l'arrivée d'une contraction utérine. Dès que la femme a fait une dizaine d'inspirations d'air chargé de vapeurs de chloroforme, elle sent que la douleur de la contraction, au lieu d'aller en augmentant, se calme, bien que la contraction continue. Je suspends l'inhalation dès que la contraction s'arrête, et je continue ainsi pendant toute la durée du travail en ne faisant respirer le chloroforme que pendant le temps des contractions.

» On voit alors succéder à l'agitation, à l'anxiété, au découragement, un état de calme, de bien-être, de quiétude qui contraste avec le précédent et dont la femme vous témoigne la plus vive reconnaissance. Quand la tête est sur le périnée, que l'on prévoit l'arrivée prochaine des grandes douleurs et que l'analgésie devient moins prononcée, il ne faut pas craindre de recourir

à une nouvelle injection hypodermique d'un demi-centigramme de morphine, qui suffira, en s'ajoutant à la première dose, pour rendre supportables, parfois même presque nulles, les atroces douleurs du passage de la tête.

» L'analgésie atténuée sensiblement l'état de fatigue extrême qui suit les accouchements laborieux.

» J'ai recueilli une observation de version pelvienne pratiquée, pour une présentation du tronc, plus de seize heures après l'écoulement des eaux, et exécutée avec la plus grande facilité sous l'influence de l'état analgésique, sans que la mère, qui continuait à répondre aux questions qu'on lui adressait, poussât un seul cri, une seule plainte. L'action combinée de la morphine et du chloroforme avait complètement dissipé la contracture ou rétraction de la matrice qui, dans ces conditions, rend la version si difficile pour l'accouchement et si douloureuse pour la mère.

» Cet état d'analgésie m'a paru jusqu'ici assez facile à maintenir sans amener l'anesthésie, pourvu que les inhalations de chloroforme soient assez fréquemment interrompues.

» Dans une observation d'anesthésie mixte, obtenue pour une amputation du sein, j'ai constaté un ralentissement considérable du pouls qui, de 100 pulsations est tombé progressivement à 54. Sans doute la vie de la malade n'a couru aucun danger sérieux. L'observation n'en démontre pas moins, sur la circulation, une action très-remarquable contre laquelle il conviendra de se mettre en garde. Une demi-heure après la cessation de l'inhalation, le pouls était remonté lentement à 80 pulsations. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 10 JUIN 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les expériences de M. O. Liebreich, tendant à établir que la strychnine est l'antidote du chloral.* Note de M. ORÉ, présentée par M. Wurtz.

« Des recherches expérimentales que je poursuis depuis longtemps sur le chloral, considéré comme *anesthésique* et comme *antidote de la strychnine*, m'ont conduit à répéter les expériences que M. Oscar Liebreich a communiquées à l'Académie des Sciences sous ce titre : *La strychnine antidote du chloral* (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 403; 1870).

» Les expériences de M. Oscar Liebreich peuvent se résumer ainsi :

» 1° Une injection hypodermique de 2 grammes de chloral est *mortelle* pour les lapins (p. 404).

» 2° Une injection de 1 milligramme et demi de strychnine est également *mortelle* (p. 404).

» 3° Si l'on fait à un lapin une injection sous-cutanée de 1 $\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine, alors même que les effets produits par une injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral (dose mortelle) ont commencé à se manifester, ces effets sont rapidement enrayés et l'animal revient à la vie. Il succombe, au contraire, si l'on n'injecte pas de strychnine (p. 404).

» *Conclusion.* — La strychnine est l'antidote du chloral.

» La lecture de cette Note a fait naître dans mon esprit des doutes que les faits suivants sont venus confirmer.

» 1° *Est-il vrai qu'une dose de 2 grammes de chloral, injectée dans le tissu cellulaire sous-cutané, soit suffisante pour occasionner la mort chez les lapins?*

» *Première expérience.* — Jeune lapin du poids de 1 kilogramme. Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral. Après dix minutes, sommeil, affaiblissement musculaire et de la sensibilité. L'animal, injecté à 2^h 30^m, a succombé le soir.

» *Deuxième expérience.* — Lapin pesant 1^{kg}, 350. Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral. Phénomènes caractéristiques du chloral. Sommeil. Perte des mouvements volontaires et réflexes. Abolition de la sensibilité. Le soir tous les phénomènes ont disparu, l'animal a survécu.

» *Troisième expérience.* — Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral à un lapin de 1^{kg}, 850. Apparition des phénomènes caractéristiques. L'animal a survécu.

» *Quatrième expérience.* — Lapin pesant 3^{kg}, 85. *Première injection* de 2 grammes de chloral. Phénomènes caractéristiques, qui se dissipèrent bientôt. *Deuxième injection* de 1 gramme de chloral, trois heures après la première. L'animal, qui avait reçu 3 grammes de chloral, a parfaitement survécu.

» *Conclusion de cette première série d'expériences.* — Si la dose de 2 grammes de chloral injectée dans le tissu cellulaire est quelquefois *mortelle* pour les lapins (exp. 1), elle ne l'est pas toujours (exp. 2, 3, 4).

» 2° *Une injection hypodermique de 1 ½ milligramme de strychnine constitue-t-elle une dose mortelle pour les lapins?*

» *Cinquième expérience.* — Lapin pesant 800 grammes. Injection sous-cutanée de 1 ½ milligramme de strychnine. Après 7 minutes, crises tétaniques. Mort en 12 minutes.

» *Sixième expérience.* — Lapin pesant 1^{kg}, 350. Injection de 1 ½ milligramme de strychnine. Trois minutes après, crise tétanique qui a duré trois minutes, suivie de mouvements convulsifs qui n'ont pas cessé jusqu'à la mort.

» *Septième expérience.* — Au lapin pesant 1^{kg}, 850, qui avait, trois jours auparavant, reçu, sans en ressentir aucun effet fâcheux, 2 grammes de chloral, j'injectai 1 ½ milligramme de strychnine. L'animal a eu deux crises tétaniques légères, après lesquelles il est revenu à son état normal. Il a fallu 2 milligrammes de strychnine pour amener la mort.

» *Huitième expérience.* — Lapin de 3 kilogrammes. Première injection de 1 ½ milligramme de strychnine. Deux crises convulsives, puis retour à l'état normal. Quelques jours après deuxième injection de 2 milligrammes. Nouvelles crises tétaniques qui se dissipèrent bientôt. Ce lapin n'a succombé qu'à une troisième injection de 2 ½ milligrammes de strychnine.

» *Conclusion de cette seconde série d'expériences.* — Si 1 ½ milligramme de strychnine peut occasionner la mort chez quelques lapins (exp. 5 et 6), il ne l'occasionne pas chez d'autres (exp. 7 et 8).

» A quoi tiennent les différences dans les résultats observés par M. Liebreich et par moi? Elles tiennent incontestablement au *mode d'expérimentation* et surtout au *poids* de l'animal dont il paraît s'être peu préoccupé.

» Si, confiant dans l'affirmation de M. Liebreich que 2 grammes de chloral constituent une dose mortelle, j'avais, dans le but de neutraliser cette dose, injecté $1 \frac{1}{2}$ milligramme de strychnine au lapin qui fait l'objet de la septième expérience, on aurait certainement invoqué, comme favorable à sa thèse, le résultat heureux que j'ai signalé. Or ce lapin a supporté, sans mourir, la dose de 2 grammes de chloral, et, quelques jours après, celle de $1 \frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. D'où cette conclusion que $1 \frac{1}{2}$ milligramme de strychnine aurait paru, dans ce cas, avoir empêché de mourir par le chloral un animal qui sans cela ne serait pas mort. Du reste, ce n'est pas seulement dans sa Note à l'Académie des Sciences que M. Liebreich ne fait aucune mention du *poids exact* des animaux; dans son Mémoire, *l'Hydrate de chloral*, traduit par Is. Levaillant, on lit :

» *Observ. 7.* — Je me suis servi d'un grand lapin noir, très-agile, qui reçut 1 gramme de chloral (p. 29). Ce lapin a survécu.

» *Observ. 8.* — Je pris un grand lapin qui reçut 1 gramme de chloral (p. 31). L'animal a survécu.

» *Observ. 9.* — Quatre lapins de *moyenne grandeur* reçurent : les deux premiers 90 centigrammes de chloral; le troisième, 1^{er}, 80; le quatrième, 3^{er}, 60 (p. 33). Les trois premiers survécurent, le quatrième mourut.

» *Observ. 10 et 11.* Il s'agit de deux lapins noirs de *moyenne grandeur*. Le premier reçut 2 grammes, le second 2^{er}, 50 (p. 34 et 35). Ils succombèrent tous les deux.

» Ces six dernières observations ne démontrent-elles pas, jusqu'à l'évidence, l'action qu'exerce le poids de l'animal sur le résultat de l'expérience? Les six lapins étaient de *moyenne grandeur*. Or le chloral qui n'a pas tué les uns a fait mourir les autres. Ils se ressemblaient cependant tous par la taille, les doses de chloral injectées étant seules différentes. Donc le même poids nécessite les mêmes doses, qui doivent varier avec lui.

» CONCLUSION. — *Il est possible que la strychnine soit l'antidote du chloral, mais les expériences de M. O. Liebreich, reposant à leur point de départ sur une donnée expérimentale défectueuse, sont insuffisantes pour le démontrer.* »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 24 JUIN 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les expériences de M. O. Liebreich tendant à démontrer que la strychnine est l'antidote du chloral.* Note de M. ORÉ, présentée par M. Cl. Bernard.

« Je crois avoir démontré, dans la Note que j'ai adressée récemment à l'Académie, que les expériences de M. O. Liebreich, tendant à prouver que *la strychnine est l'antidote du chloral*, reposent sur une donnée expérimentale défectueuse; que ni 2 grammes de chloral ni $1 \frac{1}{2}$ milligramme de strychnine ne constituent, pour les lapins, des doses *absolument mortelles*. Les faits nouveaux que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui achèveront de lever tous les doutes à cet égard.

» *Première expérience.* — A 5^h 50^m, j'ai injecté 3 grammes de chloral dans le tissu cellulaire de la région dorso-lombaire à un lapin du poids de 2^k, 200.

» 6^h 5^m. Apparition des premiers troubles, caractérisés par l'affaiblissement du train postérieur.

» 6^h 30^m. Sommeil, paralysie complète des mouvements volontaires et réflexes, diminution notable de la sensibilité.

» 8 heures. Tous les phénomènes caractéristiques du chloral sont des mieux accentués; ralentissement notable de la respiration (15 inspirations à la minute). Abaissement de la température, 36 degrés.

» 10 heures du soir. Le même état persiste.

» Le lendemain, je trouve le lapin courant dans mon laboratoire.

» *Deuxième expérience.* — A un lapin pesant 2 kilogrammes, j'ai injecté 3 grammes de chloral. Les phénomènes physiologiques du chloral commencent à se manifester douze minutes après l'injection.

» Après deux heures, sommeil profond, abolition de tous les mouvements. Le lapin, étendu sur le côté droit, paraît mort. Saisi par la peau du dos, il présente, *exceptionnellement*, une certaine rigidité qui semble cadavérique. La température a notablement diminué, 31 degrés. Malgré cet état de mort apparente, le pincement des oreilles fait éprouver de douleur à l'animal, qui pousse des cris. La respiration est très-ralentie (14).

» 10 heures du soir. Même état.

» Le lendemain matin, je constatais que tous les phénomènes précédents s'étaient dissipés et que le lapin était revenu à son état normal.

» *Troisième expérience.* — Lapin pesant 2^k,50. Injection sous-cutanée de 3^{sr},50 de chloral; heure de l'injection, 2^h 30^m. Apparition des premiers symptômes, 2^h 45^m. Phénomènes franchement caractéristiques, 3^h 15^m.

» 10 heures du soir. Sommeil, paralysie des mouvements volontaires et réflexes, abolition presque générale de la sensibilité, qui persiste à l'extrémité des oreilles (c'est un caractère qui est presque constant). Température, 34°, 5'.

» L'animal a survécu.

» *Quatrième expérience.* — Lapin du poids de 1^k,950. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral; heure de l'injection, 2^h 22^m.

» 2^h 30^m. Paralysie commençant dans le train postérieur.

» 2^h 37^m. Relâchement musculaire complet, sommeil. La sensibilité persiste, quoique amoindrie. 26 inspirations. Température, 37 degrés.

» 3^h 13^m. Insensibilité, excepté à l'extrémité des oreilles. Température, 36 degrés. 16 inspirations.

» 4^h 22^m. Mêmes phénomènes généraux. Température, 35 degrés. 12 inspirations.

» 5^h 10^m. Température, 34 degrés. 12 inspirations.

» 5^h 42^m. Mêmes phénomènes généraux. Température, 33 degrés. 11 inspirations par minute.

» L'animal meurt à 8 heures du soir.

» J'ai répété plusieurs fois cette dernière expérience, en ayant le soin de me placer dans les mêmes conditions; j'ai toujours observé le même résultat, c'est-à-dire la mort des animaux.

» Si l'on analyse les expériences précédentes, il est facile de reconnaître que j'ai choisi des lapins ayant tous à peu près le même poids. Le premier pesait 2^k,200; le deuxième, 2 kilogrammes; le troisième, 2^k,50; le quatrième, 1^k,950.

» Mon but, en agissant ainsi, était de rechercher quelle était la dose de chloral véritablement mortelle pour des lapins d'un poids déterminé. Je voulais éviter, par là, de tomber dans l'erreur commise par M. O. Liebreich, faute d'avoir observé cette donnée expérimentale. Or ces quatre expériences prouvent :

» 1° Que les lapins pesant 2 kilogrammes environ, loin de succomber à une injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral, ainsi que M. O.

Liebreich l'avait affirmé, peuvent recevoir impunément 3 grammes ou 3^{sr},50 de cette substance ;

» 2^o Que vouloir empêcher la mort avec des injections sous-cutanées de 1 $\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine, chez des lapins du poids de 2 kilogrammes, qui ont reçu une dose de chloral supérieure à 2 grammes et inférieure à 3^{sr},50, c'est combattre une terminaison que la strychnine ne pouvait pas empêcher, puisque cette terminaison ne serait pas arrivée sans elle ;

» 3^o Que les lapins du poids de 2 kilogrammes succombent constamment à la suite d'une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral.

» Ce dernier fait une fois bien établi, je me suis posé cette question : *Est-il vrai que la strychnine soit l'antidote du chloral ?* L'expérimentation seule pouvait la résoudre. Aussi ai-je entrepris une nouvelle série d'expériences, dans lesquelles j'ai opposé à 4 grammes de chloral (dose mortelle pour les lapins du poids de 2 kilogrammes) une injection sous-cutanée de 1 $\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine.

» Je me hâte de faire remarquer que, dans le choix de cette dose de strychnine (1 $\frac{1}{2}$ milligramme), administrée comme antidote, je n'ai cédé ni à l'influence du hasard ni à l'exemple de M. O. Liebreich. J'ai démontré, dans ma première Note, que 1 $\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine ne tue pas un lapin de 2 kilogrammes ; or il m'a paru physiologique de combattre l'intoxication certaine, occasionnée par 4 grammes de chloral à l'aide d'une quantité de strychnine qui ne fût pas toxique : j'évitais par là de soumettre l'animal à une double cause d'empoisonnement.

» *Cinquième expérience.* — Lapin pesant 2^{ks}, 200. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral, combattue par 1 $\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. Mort.

» A 5^h 5^m, je fais à un lapin du poids indiqué une injection de 4 grammes de chloral ; en moins de huit minutes, apparaissent les phénomènes caractéristiques : affaiblissement du train postérieur, troubles de la sensibilité, tendance au sommeil.

» 5^h 23^m. Ces phénomènes étant beaucoup plus accentués, j'injecte dans le tissu cellulaire 1 $\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. A ce moment, la température est de 38°5.

» Jusqu'à 8 heures du soir, la présence de la strychnine ne se manifeste par aucun phénomène apparent.

» 8 heures du soir. L'animal vit encore. L'insensibilité est complète. La respiration est devenue très-lente. L'animal n'a pas présenté le moindre phénomène convulsif. Température, 35 degrés. Les inspirations ont si peu d'amplitude qu'il faut une certaine attention pour les remarquer. Elles diminuent même avec une telle rapidité, que l'animal meurt à 8^h 15^m. Au moment de la mort, il a régurgité une certaine quantité de liquide incolore et gluant.

- » Le lendemain, le lapin présentait la rigidité cadavérique caractéristique de la strychnine.
- » *Autopsie cadavérique.* — J'ai recueilli les urines, que j'ai traitées :
- » 1° Avec le bi-iodure de potassium,
- » 2° Avec la décoction de noix de galle.
- » Avec le bi-iodure de potassium, elles ont donné un précipité granuleux, indiquant la présence d'un alcaloïde; avec la noix de galle, précipité blanc.
- » La décoction du foie et de la rate, traités de la même façon, ont donné les mêmes résultats.
- » La strychnine à dose non toxique n'ayant pas suffi à neutraliser l'action du chloral, je l'ai administrée à la dose de 2 milligrammes (dose toxique).
- » *Sixième expérience.* — A 2 heures, je fis à un lapin du poids de 1^{kg} 950 une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral.
- » Vingt-six minutes après, tous les phénomènes caractéristiques du chloral étant très-prononcés, injection sous-cutanée de 2 milligrammes de strychnine (dose mortelle pour un lapin de 2 kilogrammes, lorsque la strychnine est injectée seule).
- » La présence de la strychnine ne s'est manifestée par aucun signe appréciable, et l'animal a succombé le soir, après avoir offert un tableau semblable en tous points à celui de l'expérience précédente.
- » Les urines, la décoction de foie et de rate, traitées comme il a été dit plus haut, ont donné lieu aux mêmes précipités. Roideur cadavérique strychnique.
- » *Septième expérience.* — Lapin pesant 750 grammes. Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral (dose mortelle pour un lapin pesant moins de 1 kilogramme). En dix minutes, apparition des phénomènes produits par cette substance; dix-neuf minutes après, injection sous-cutanée de 1 $\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine. L'animal a succombé sans avoir présenté le moindre symptôme que l'on pût attribuer à la strychnine. Mêmes particularités, relativement à l'examen des urines, de la décoction de foie et de rate. Roideur cadavérique strychnique.
- » *Conclusions.* — 1° La dose de 4 grammes de chloral, injectée dans le tissu cellulaire, est *fatalement mortelle* pour des lapins du poids de 2 kilogrammes. Il en est de même de la dose de 2 grammes, pour des lapins pesant moins de 1 kilogramme.
- » 2° Si, lorsque les effets produits par cette injection de chloral se sont franchement manifestés, on essaye de les combattre et de les arrêter en injectant 1 $\frac{1}{2}$ milligramme ou 2 milligrammes de strychnine (la première de ces deux doses n'étant pas mortelle, la seconde l'étant au contraire pour un lapin de 2 kilogrammes), les animaux succombent dans l'un et l'autre cas.
- » 3° Pendant toute la durée de l'expérience, depuis le moment où la strychnine est introduite dans l'organisme jusqu'à la mort, *aucun phénomène ne révèle sa présence.* La rigidité cadavérique, ainsi que les précipités fournis par les urines, la décoction de foie et de rate traitées par le bi-iodure de

potassium et la décoction de noix de galle, sont les seules particularités qui ne permettent de conserver aucun doute sur l'absorption de l'alcaloïde.

» 4° Quoique les expériences précédentes semblent renverser l'opinion de M. O. Liebreich, que la strychnine est l'antidote du chloral, je ne veux pas me hâter de tirer cette conclusion, de nouvelles expériences me paraissant encore nécessaires pour fixer définitivement les idées sur ce point; elles feront l'objet d'une prochaine Note. »

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-QUINZIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1872.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1872

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 1^{er} JUILLET 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

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

« J'ai étudié, dans mes Notes précédentes (voir *Comptes rendus*, 1871, t. LXXIII, p. 213 et 503; 1872, t. LXXIV, p. 617), les conditions de la mort des animaux placés en vases clos, dans de l'air soumis à des pressions barométriques diverses, et qu'ils épuisaient ou viciaient graduellement. J'ai montré également ce qu'il advient lorsqu'on opère avec des mélanges gazeux plus riches en oxygène que l'air ordinaire, et signalé ce fait remar-

quable que l'oxygène, lorsqu'il est employé à peu près pur sous la pression de 4 ou 5 atmosphères, se comporte comme un poison violent.

» Ces faits, et d'autres que j'ai observés depuis, donnent la raison principale, sinon la seule, des accidents qui atteignent les animaux ou les hommes soumis à des pressions très-faibles ou très-élevées, lors même que l'air se renouvelle librement autour d'eux, sans être altéré par leur respiration.

» A. *Diminution de pression.* — Lorsqu'on soumet un animal à une dépression graduelle, il devient malade et finit par périr à des limites barométriques que j'ai indiquées dans ma première Note. Or ces souffrances et cette mort ne doivent point être attribuées, comme on le fait d'ordinaire, à la diminution même de la pression, en tant qu'agent physique troublant directement les conditions des mouvements respiratoires ou de la circulation sanguine. En voici la preuve :

» On place un moineau sous une cloche pleine d'air, et l'on diminue progressivement la pression ; lorsque celle-ci n'est plus que de 25 centimètres environ, l'animal donne des signes de malaise ; vers 20 centimètres, il ne peut plus se tenir sur ses pattes, et vers 18 centimètres il s'agite convulsivement, comme aux approches de la mort. On laisse alors rentrer de l'oxygène dans la cloche, on diminue de nouveau la pression, et l'on voit que la limite de 25 centimètres est franchie sans encombre, que l'oiseau commence à souffrir vers 20 centimètres seulement, et qu'on peut aller, sans menacer sa vie, jusqu'aux environs de 12 centimètres. Une troisième opération, augmentant derechef la richesse en oxygène de l'air de la cloche, permettrait de pousser plus loin encore, et j'ai pu arriver jusqu'à 6 centimètres sans faire périr immédiatement l'oiseau.

» C'est que la mort a lieu exclusivement pour cette raison, que la pression de l'oxygène du milieu respirable n'est pas suffisante pour maintenir, dans le sang de l'animal, la quantité d'oxygène qu'exige l'accomplissement des phénomènes vitaux : il périt ainsi, véritablement asphyxié, au milieu d'un air pur.

» B. *Augmentation de pression.* — J'ai pu, depuis ma dernière Communication à l'Académie, faire des expériences dans des récipients de verre supportant la pression de 25 atmosphères. J'ai vu alors mes prévisions se réaliser, et les moineaux soumis à la pression de 20 atmosphères d'air périr rapidement, en présentant les violentes convulsions caractéristiques de l'empoisonnement par l'oxygène, gaz dont on ne pouvait, cette fois, suspecter la pureté.

» C'est bien à l'action toxique de l'oxygène qu'il faut attribuer la mort, et non à la pression en elle-même. Si, en effet, on se contente de soumettre un moineau à 3 atmosphères d'air et qu'on ajoute ensuite 20 atmosphères d'azote, on voit l'animal périr lentement, sans convulsions, empoisonné par l'acide carbonique qu'il a formé dans ce milieu confiné.

» Les convulsions dues à l'empoisonnement par l'oxygène ne commencent à apparaître dans l'air comprimé qu'à 15 ou 16 atmosphères; à ce moment, la pression de l'oxygène de l'air ($15 \times 21 = 315$) correspond environ à celle d'un milieu d'oxygène pur comprimé à 3 atmosphères, et c'est dans ces circonstances que les convulsions se manifestent avec l'air suroxygéné, ainsi que je l'ai dit dans ma Note du 26 février 1872.

» Mais, si les accidents convulsifs n'apparaissent qu'à ces hautes pressions, il n'en est pas moins vrai que l'oxygène agit d'une manière funeste à des pressions beaucoup moins élevées; et voici comment on peut le prouver :

» J'ai posé en règle générale que, lorsqu'un animal est maintenu dans l'air confiné sous des pressions supérieures à la pression normale, il meurt lorsqu'il a formé une proportion centésimale d'acide carbonique telle, que, multipliée par le chiffre des atmosphères, elle égale un nombre constant. Or cette loi, tirée d'expériences faites à d'assez faibles augmentations de pression, devient rapidement inexacte pour des pressions élevées.

» Prenons des chiffres en exemple : dans les conditions réalisées par mon nouveau récipient, ce produit, pour les moineaux, est d'environ 24. Or, déjà à 6 atmosphères, il s'abaisse à 21; à 9 atmosphères, il n'est plus que 18; à 12, que 15; à 15, que 11; à 17, que 9,5. Mais si, au lieu d'employer l'air ordinaire, on emploie, pour faire la pression, un mélange très-peu oxygéné, on trouve, par exemple, à 12 et même à 22 atmosphères, le nombre constant 24.

Ainsi, dès 6 atmosphères, l'influence toxique de l'oxygène vient s'ajouter à celle de l'acide carbonique ambiant, et ne permet pas à l'animal de vivre assez longtemps pour produire la proportion de ce dernier gaz, qui suffirait, elle seule, à le tuer.

» Si donc on considère le cas d'animaux ou d'hommes maintenus dans de l'air comprimé, mais renouvelé avec une rapidité suffisante pour que la proportion de l'acide carbonique devienne tout à fait négligeable, on doit s'attendre à voir survenir des accidents dont il faudra reporter la cause à l'action toxique de l'oxygène. Et si, dans les expériences dont je viens de parler, expériences violentes, brutales, pourrait-on dire, cette action se

manifeste clairement à partir de 6 atmosphères, il est bien évident que lorsqu'il s'agit d'hommes et de conditions expérimentales prolongées, elle doit apparaître à des pressions beaucoup plus basses. De là des conséquences dont les unes peuvent être bienfaisantes et utilisées par la Thérapeutique, dont les autres peuvent être nuisibles et redoutées dans certaines industries.

» A mes yeux, le bénéfice incontestable que tire la Médecine, dans certains cas, des bains d'air comprimé, et, d'autre part, les accidents signalés chez les ouvriers qui travaillent dans les mines, aux piles de pont, dans les cloches à plongeurs, sont dus, pour la plus grande partie, à l'introduction dans le sang d'une quantité d'oxygène plus grande qu'à l'état normal, et il en est de l'oxygène comme de tant d'autres poisons, dont les faibles doses sont médicamenteuses.

» Je laisse ici de côté, cela est évident, les accidents dus aux modifications brusques dans la pression, accidents sur l'origine desquels j'ai déjà constaté des faits curieux dont j'entretiendrai bientôt l'Académie.

» *Conséquences pratiques.* — Il résulte de tout ceci que l'influence exercée par les modifications dans la pression barométrique (lorsqu'il ne s'agit pas d'air confiné) se ramène exclusivement à l'influence de l'oxygène du milieu ambiant : à de trop basses pressions, asphyxie; à de trop hautes pressions, empoisonnement.

Or la pression de cet oxygène extérieur, d'où résulte la proportion de l'oxygène intérieur contenu dans le sang, dépend de deux facteurs : la proportion centésimale et la pression barométrique. On pourra donc conjurer les dangers que fait courir celle-ci en modifiant inversement celle-là, et c'est ce que montrent déjà les expériences rapportées ci-dessus.

» Si donc les *aéronautes*, qu'arrête dans leur course verticale non la force ascensionnelle du ballon, mais la possibilité de vivre, veulent monter plus haut qu'ils n'ont fait jusqu'ici, ils le pourront, à la condition d'emporter avec eux un ballon plein d'oxygène, auquel ils auront recours lorsqu'ils souffriront trop de la raréfaction de l'air. Les agencements mécaniques qu'il faudra mettre en œuvre pour respirer commodément cet oxygène ne seront rien moins que difficiles à imaginer.

» Les expériences que j'ai relatées montrent que vraisemblablement les *aéronautes* arriveront de la sorte à dépasser la limite, actuellement infranchissable, d'une hauteur correspondant à au moins 10 centimètres de mercure, hauteur qu'on ne peut évaluer à moins de 2 kilomètres.

» En sens inverse, les *industries* qui soumettent les ouvriers à hautes pressions seront arrêtées par les souffrances et la mort de ces ouvriers,

si elles veulent aller au delà de 5 ou 6 atmosphères (pressions que l'on sera entraîné à dépasser pour la pêche des perles, les sauvetages sous-marins, etc.). Mais elles verront les obstacles disparaître si leurs machines soufflantes lancent, au lieu d'air pur, un mélange d'air et d'azote calculé de manière que la pression de l'oxygène ne dépasse pas un niveau suffisamment bas. Certes, ces procédés seront coûteux, mais cependant les appareils Tessié du Motay, exclusivement employés jusqu'ici à la production de l'oxygène, pourraient fournir de l'azote à un prix relativement minime. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les expériences de M. O. Liebreich, tendant à prouver que la strychnine est l'antidote du chloral.* Troisième Note de **M. ORÉ**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai établi, dans ma précédente Note : 1° que l'injection sous-cutanée de quatre grammes de chloral constitue une dose fatalement mortelle pour les lapins du poids de 2 kilogrammes; 2° que si, les effets du chloral une fois produits, on injecte dans le tissu cellulaire $1\frac{1}{2}$ milligramme de strychnine (dose non mortelle pour des lapins de 2 kilogrammes), ou 2 milligrammes (dose mortelle), la strychnine ne modifie en rien les effets toxiques du chloral et ne donne lieu à aucun phénomène prouvant qu'elle ait été absorbée. Malgré les expériences si précises qui établissent ces deux faits, je ne me suis pas hâté de conclure, contrairement à M. O. Liebreich, que la strychnine n'est pas l'antidote du chloral. J'ai voulu, pour lever tous les doutes à ce sujet, opposer à l'action toxique de quatre grammes de chloral des doses successivement croissantes de strychnine. Tel est le but de cette troisième Communication.

» *Première expérience.* — J'ai injecté quatre grammes de chloral à un lapin du poids de 2^k, 200.

» Douze minutes après (heure de l'expérience, 2^h 13^m), j'ai pu constater les premiers phénomènes caractéristiques : tendance au sommeil, affaiblissement du train postérieur, titubation, pas de trouble de la sensibilité.

» 2^h 55^m. Sommeil profond; la paralysie musculaire est complète; le nombre des respirations, qui, au début, était de 54, est tombé à 45 par minute. Température, 37 degrés. La sensibilité persiste, quoique affaiblie; elle est surtout manifeste à l'extrémité des oreilles (caractère constant).

» A ce moment, injection sous-cutanée de 2 $\frac{1}{2}$ milligrammes de strychnine.

» 3^h 50^m. Aucun phénomène attribuable à la strychnine ne s'est encore montré *sponta-*

nément; mais, si l'on frappe un coup violent sur la table où l'animal est couché, on constate des contractions générales qui cessent aussitôt.

» 4^h 10^m. Sommeil continu, relâchement musculaire absolu, 42 respirations. Température, 35 degrés.

» 5^h 25^m. 40 respirations. Température, 34 degrés. Aucun phénomène spontané n'indique la présence de l'alcaloïde. Toutefois, quand l'animal se soulève, si je le laisse retomber violemment, il se produit un soubresaut général qui n'a pas de durée.

» 8 heures. Le lapin vit encore. Température, 31 degrés. 11 respirations. Aucun signe de l'intoxication strychnique ne se manifeste, sauf une certaine rigidité dans le train postérieur; l'insensibilité est absolue; battements du cœur à peine perceptibles. L'animal succombe à 10 heures du soir.

» Examen cadavérique : Traitées par le biiodure de potassium et la décoction de noix de galle, les urines ne donnent aucun précipité; elles donnent, au contraire, avec l'azotate d'argent, un précipité blanc, soluble dans l'ammoniaque (chlorure).

» La décoction de foie et de rate donne, avec le biiodure de potassium, un précipité granuleux caractéristique de la présence d'un alcaloïde; avec la décoction de noix de galle, un précipité blanc.

» *Deuxième expérience.* — Lapin pesant 2 kilogrammes. 2^h 12^m, injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral. 2^h 30^m, apparition des premiers phénomènes. 2^h 47^m, l'action du chloral étant bien accentuée, injection, dans le tissu cellulaire, de *trois* milligrammes de strychnine.

» 3^h 5^m. Sommeil profond. 42 respirations. Température, 37 degrés. Aucun symptôme *spontané*, indiquant l'absorption de la strychnine, ne s'est encore manifesté; mais, comme dans la précédente expérience, un coup violent porté sur la table où l'animal est couché détermine une convulsion générale qui ne fait que paraître et disparaître, sans troubler en rien les conditions où l'animal se trouve avant la convulsion.

» 3^h 8^m. J'introduis le thermomètre dans la bouche pour apprécier la température. Le contact que je suis obligé d'exercer *détermine une crise tétanique bien tranchée qui dure quelques secondes.*

» 3^h 40^m. Le bruit produit par une planche qu'un lapin a fait tomber provoque une crise absolument semblable à la précédente, puis l'animal retombe dans le sommeil.

» J'ai fait alors recueillir les gaz de la respiration, à l'aide d'un aspirateur en caoutchouc. Ils ont troublé une solution d'azotate d'argent dans laquelle ils barbotent. Ce précipité est soluble dans l'ammoniaque.

» 7^h 15^m. La température est descendue à 31 degrés. Le corps est froid au toucher. 17 respirations, battements du cœur à peine sensibles; l'insensibilité générale est absolue. L'animal succombe vers *neuf* heures du soir.

» En somme, les phénomènes observés pendant cette expérience offrent la plus grande analogie avec ceux qu'a présentés l'expérience précédente. Je ferai remarquer cependant que les symptômes dus à l'absorption de la strychnine, quoique n'ayant jamais eu un *caractère spontané*, m'ont paru plus accentués.

» *Troisième expérience.* — Lapin pesant 1^k,900. A 2^h 7^m, injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral. 2^h 18^m, sommeil chloralique, relâchement musculaire, persistance de

la sensibilité. Température, 38 degrés. 57 respirations. Injection de quatre milligrammes de strychnine.

» 2^h 25^m. Un coup violent frappé sur la table détermine de légères contractions générales. A part ce phénomène, rien n'indique l'absorption de la strychnine.

» 2^h 35^m. Le moindre bruit, une parole un peu élevée, provoque des crises tétaniques très-manifestes.

» 2^h 45^m. Température, 39 degrés. La respiration est accélérée, on n'observe encore aucun symptôme strychnique *spontané*.

» 2^h 56^m. Convulsion tétanique *spontanée*, qui dure une minute, puis cesse, pour recommencer à 3 heures.

» 3^h 10^m. Convulsions *saccadées et spontanées* du diaphragme, respiration très-rapide et bruyante.

» 3^h 15^m. La respiration devient anxieuse, difficile, et se ralentit. Le bruit, même très-violent, et les coups donnés sur la table ne lui occasionnent plus de convulsions tétaniques. La sensibilité, quoique très-émoussée, persiste cependant. Température descendue à 37 degrés. L'animal régurgite une certaine quantité de liquide incolore.

» 3^h 25^m. L'excitabilité musculaire reparaît. Si l'on frappe légèrement sur une partie quelconque du corps de l'animal, on provoque des convulsions de très-courte durée. Les battements cardiaques sont très-irréguliers, la respiration l'est également.

» 4 heures. Température descendue à 35 degrés. Respiration lente et saccadée.

» 7 heures. Ralentissement de la respiration, 9 inspirations par minute. Température, 32 degrés. L'insensibilité est complète partout.

» 7^h 30^m. Le thermomètre est fixe à 31 degrés. 8 respirations par minute. L'animal est froid au toucher. Les mouvements réflexes dus à la strychnine n'ont cependant pas disparu complètement, car, si l'on frappe un coup violent sur la table, il éprouve encore des contractions caractéristiques, mais faibles.

» 8 heures. L'animal succombe.

» Les urines analysées donnent, avec l'azotate d'argent, un précipité abondant soluble dans l'ammoniaque; avec le bi-iodure de potassium, un précipité marron granuleux; avec la décoction de tannin, un précipité blanc abondant.

» La décoction de foie et de rate donne les mêmes précipités avec le biiodure de potassium et la décoction de tannin.

» *Quatrième expérience.* — Lapin pesant 2^k, 200. 2^h 45^m, injection de 4 grammes de chloral. 2^h 45^m, phénomènes chloraliques très-accentués; injection de cinq milligrammes de strychnine.

» 3^h 53^m. Sommeil profond, respiration régulière (24). Température, 35 degrés. Le moindre bruit provoque des contractions générales. Il en est de même si l'on pince les oreilles ou si l'on frappe un coup sur la tête.

» 4^h 25^m. Une certaine rigidité se montre dans le train postérieur, mais l'animal n'a pas de crises tétaniques spontanées; j'ajoute que, contrairement à ce qui s'est passé dans la précédente expérience, il n'en a jamais eu.

» A partir de ce moment, la respiration devient de plus en plus lente, et la température s'abaisse avec rapidité.

» A 5 heures du soir, le thermomètre marque 32 degrés. Le nombre des inspirations est de 7 par minute.

» L'animal a succombé vers 7^h 30^m.

» S'il est impossible de nier l'action de la strychnine dans ces dernières expériences, mais surtout dans la troisième, il est juste d'ajouter que non-seulement cette action n'a pas neutralisé celle du chloral, mais qu'elle a, au contraire, précipité le résultat final, c'est-à-dire la mort de l'animal.

» *Conclusions.* — 1^o Si l'on injecte de la strychnine à dose faible et non toxique (1 $\frac{1}{2}$ milligramme), ou à dose plus élevée et toxique (2 milligrammes, 2 $\frac{1}{2}$ milligrammes, 3 milligrammes), enfin à dose plus élevée encore (4 et 5 milligrammes), pour combattre les effets déterminés, chez des lapins du poids de 2 kilogrammes environ, par une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral (dose toujours mortelle), la strychnine ne modifie aucunement l'action de cette dernière substance, et les animaux succombent d'autant plus vite que la dose de l'alcaloïde est plus élevée.

» 2^o La strychnine, contrairement à l'opinion de M. O. Liebreich, n'est donc pas l'antidote du chloral.

» 3^o Cette opinion de M. O. Liebreich repose sur un vice d'expérimentation, que je crois avoir surabondamment démontré. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 8 JUILLET 1872,

PRÉSIDÉE PAR M. DE QUATREFAGES.

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

« Les Communications que j'ai eu l'honneur de faire jusqu'à ce jour à l'Académie (voir *Comptes rendus*, 1871, t. LXXIII, p. 213 et 503; 1872, t. LXXIV, p. 617, et t. LXXV, p. 29) ayant montré que les effets produits sur les animaux par les modifications dans la pression barométrique sont dus à peu près exclusivement à l'action de l'oxygène ambiant (lorsqu'il ne s'agit pas d'air confiné), je dois maintenant faire connaître les résultats de mes recherches relatives à la composition des gaz contenus dans le sang des animaux placés dans ces conditions. Je parlerai aujourd'hui de la *diminution de pression* et des gaz du sang artériel.

» Le procédé opératoire ne laisse pas que d'être délicat et compliqué, et nécessite de vastes appareils. L'animal (chien) est introduit dans une chambre en tôle boulonnée, éclairée par de nombreux hublots, et le long des parois

de laquelle on l'attache solidement. L'expérimentateur, qui peut se mouvoir à l'aise dans cette chambre, où il ne reste que pour les préparatifs de l'expérience, met à découvert une artère, y interrompt le cours du sang par une sorte de longue pince qui traverse les parois de tôle, et qu'on manœuvre de l'extérieur; il y introduit ensuite une sonde, allant également déboucher à l'extérieur, et par laquelle il retirera le sang artériel. L'appareil étant ensuite soigneusement fermé par une porte garnie de bourrelets de caoutchouc, on diminue progressivement la pression à l'aide d'une machine à vapeur. Un système de robinets, dont la description ne saurait prendre place ici, permet d'entretenir ainsi autour de l'animal un courant d'air plus ou moins dilaté, mais toujours chimiquement pur. Je puis, dans cet appareil, abaisser la pression jusqu'à 15 centimètres, c'est-à-dire un cinquième d'atmosphère.

» On extrait le sang, à l'aide d'une seringue, par la sonde dont il a été question, après qu'on a, du dehors, ouvert la pince qui étranglait l'artère. Ici les plus grandes précautions sont nécessaires pour éviter un accident singulier et très-redoutable. Lorsque la pression est diminuée de plus de 15 à 20 centimètres, l'air du dehors tend à s'introduire dans le sang de l'animal, puisque la pression de ce sang n'est que de 15 à 20 centimètres; si l'on ne prend pas des soins minutieux et qui exigent une certaine complication dans l'outillage, des bulles d'air arrivent au cœur gauche, sont de là lancées dans les artères, et occasionnent des troubles variés suivant l'endroit où elles vont s'arrêter, interceptant la circulation. J'ai, par exemple, obtenu de la sorte des ramollissements localisés du cerveau. Si les bulles sont assez nombreuses, l'animal périt rapidement, et si on laisse l'air pénétrer par cette lente et puissante injection, il arrive à remplir tout le système vasculaire sanguin et même lymphatique d'une manière très-fine et qui pourrait être utilisée par les anatomistes.

» L'artère à laquelle je prends le sang est d'ordinaire une carotide, parfois une fémorale, et je crois nécessaire de revenir, à ce propos, sur l'erreur dans laquelle sont tombés MM. Estor et Saint-Pierre, prétendant qu'il y a une différence énorme, au point de vue de la richesse en oxygène, entre le sang de ces deux artères. Ce n'est pas sans étonnement que, après la critique dont leurs assertions avaient été l'objet dans mes *Leçons sur la physiologie de la respiration*, publiées en 1869, critique à laquelle il n'a pas été répondu, après les expériences si décisives présentées récemment à l'Académie par MM. Mathieu et Urbain, j'ai vu reproduire (voir *Comptes rendus*,

1872, t. LXXIV, p. 330) cette assertion complètement erronée. En tous cas, dans mes expériences, le sang que j'extrahis à plusieurs reprises, pour en comparer la composition gazeuse, est toujours pris à la même artère.

» Les gaz du sang sont ensuite extraits par la pompe à mercure que construit M. Alvergniat; grâce à l'adjonction du tube refroidisseur imaginé par M. Gréhant et à l'emploi d'une température d'environ 80 degrés, j'arrive à extraire tous les gaz en deux ou trois coups de pompe, c'est-à-dire en deux ou trois minutes. J'ai quelquefois, pour éviter une mousse coagulable, introduit dans l'appareil, avant le sang, une certaine quantité d'eau; cette pratique, contrairement aux dires de MM. Estor et Saint-Pierre, ne modifie pas les résultats d'une manière appréciable.

» Des expériences critiques préalables m'ont fait voir que les causes d'erreurs inhérentes à mes procédés d'extraction et d'analyse ne portent que sur la première décimale pour l'oxygène, et ne peuvent guère modifier que d'une unité le chiffre de l'acide carbonique. Quant aux modifications dues à l'animal lui-même (agitation plus ou moins grande, respiration plus ou moins rapide, digestion, anesthésie, pertes de sang, etc.), elles dépassent à peine une unité pour l'oxygène, et deux ou trois pour l'acide carbonique : je diffère en ceci, sur plusieurs points de détail, de MM. Mathieu et Urbain.

» La grande complexité des résultats obtenus me force à en placer un certain nombre sous les yeux de l'Académie, afin de montrer à la fois ce qu'on peut en conclure dès aujourd'hui, et les inconnues qu'ils recèlent encore. Les chiffres rapportés indiquent en centimètres cubes le volume des gaz (à 0 degré et 76 centimètres de pression) pour 100 centimètres cubes de sang : je n'ai pas indiqué l'azote, qui est sans importance.

- a.* Pression de 76° : O, 21,6; CO², 36,3. — Pression de 57° : O, 18,6; CO², 35,4.
- b.* A 76° : O, 17,4; CO², 33,8. — A 56° : O, 15,5; CO², 28. — A 46° : O, 12,5; CO², 26,4.
— A 36° : O, 10,8; CO², 22,8.
- c.* A 76° : O, 21,9; CO², 34,7. — A 56° : O, 21,1; CO², 34,7. — A 46° : O, 20,3; CO², 30,5.
- d.* A 76° : O, 20,1; CO², 41,1. — A 46° : O, 13,2; CO², 40,7. — A 36° : O, 8,9; CO², 34,3.
- e.* A 76° : O, 20,6; CO², 39. — A 36° : O, 11,9; CO², 25,2.
- f.* A 76° : O, 13,3; CO², 34,9. — A 36° : O, 8,5; CO², 21,4 (animal malade).
- g.* A 76° : O, 19,4; CO², 48,4. — A 31° : O, 13,6; CO², 36,5.
- h.* A 76° : O, 18,8; CO², 39,7. — A 31° : O, 12; CO², 31.
- i.* A 76° : O, 22,6; CO², 39,7. — A 26° : O, 9,8; CO², 23,1.

k. A 76° : O, 18,3; CO², 32,8. — A 26° : O, 9,8; CO², 24,5.

l. A 76° : O, 21,5; CO², 41,9. — A 22° : O, 10,7; CO², 22.

m. A 76° : O, 20,8; CO², 46,1. — A 18° : O, 7,6; CO², 12,9. — A 16° : O, 7,1; CO², 11,9.

» On peut tirer de ce Tableau les conclusions suivantes :

» 1° Quand la pression diminue, la quantité des gaz contenus dans le sang diminue également. Donc un homme qui s'élève en ballon ou gravit une montagne a dans le sang, à sa disposition, pour exciter ses tissus et fournir à sa dépense de forces et de chaleur, une quantité de plus en plus petite, et bientôt insuffisante, d'oxygène. De là, nécessité de s'arrêter souvent dans les ascensions de montagne, et impossibilité de dépasser une certaine limite où l'asphyxie devient menaçante. Le même appauvrissement se manifeste pour l'acide carbonique, sans qu'on puisse aujourd'hui en indiquer les conséquences. Dans tous les cas, il est bien évident que l'on ne pourrait plus, comme on l'a fait récemment encore¹, soutenir « que la » majeure partie des troubles fonctionnels caractéristiques du *mal des mon-* » *tagnes* doit être rapportée à une véritable intoxication par l'acide carbo- » nique dissous en trop forte proportion dans le sang » (*Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*, article *Altitudes*; 1866), puisque la proportion de ce gaz diminue toujours avec la pression barométrique, quelle qu'ait été l'agitation de l'animal.

» 2° La diminution dans la proportion d'oxygène devient manifeste dès 20 centimètres de diminution de pression, c'est-à-dire dans des conditions à peu près égales à celles où vivent des millions d'hommes, particulièrement sur le plateau mexicain de l'Anahuac. Ces hommes sont donc régulièrement placés dans des conditions d'oxygénation insuffisante, qui, si le nombre de leurs globules sanguins n'augmente pas d'autre part, doit les faire ressembler à des anémiques; ils sont, pour employer l'expression de M. le D^r Jourdanet, qui a étudié les conséquences médicales de ce fait et en a signalé, je dirai même démontré, autant que l'observation seule pourrait le faire, la cause véritable (1), ils sont *anoxyémiques*. Les dénégations opposées parfois avec une singulière ardeur aux idées de M. Jourdanet sur cette influence des altitudes tombent donc devant les analyses directes des gaz du sang.

» 3° Dans la majorité des cas, l'oxygène diminue en proportion plus forte que l'acide carbonique; mais il existe, sous ce rapport comme sous

(1) JOURDANET. *Le Mexique et l'Amérique tropicale*, 1864.

le rapport de la diminution absolue, entre les divers animaux, des différences inexplicables actuellement; différences qui doivent exister entre les hommes, et qui indiquent une des raisons (si elles ne peuvent encore donner la cause fondamentale) pour lesquelles certains hommes supportent presque impunément des diminutions de pression sous lesquelles d'autres sont malades et incapables de tout travail.

» Si nous prenons comme exemple la pression de 36 centimètres, qui présente cet intérêt particulier qu'elle marque à peu près la limite supérieure des ascensions dans les montagnes (Boussingault), nous voyons que la perte d'oxygène a été, dans les divers cas cités (expériences *b, d, e, f*), de 36, 38, 42, 56 pour 100.

» Ces différences s'opposent à ce qu'on puisse dès aujourd'hui indiquer avec une approximation satisfaisante la loi de diminution pour l'un ou l'autre gaz. L'acide carbonique, du reste, présente encore plus d'irrégularités que l'oxygène, et cela se comprend un peu, puisqu'il existe dans le sang sous deux états (bicarbonates et phospho-carbonates de Fernet), dont la proportion relative doit varier d'un animal à l'autre.

» 4° En définitive, bien qu'il n'y ait dans le sang que des quantités extrêmement faibles de gaz simplement dissous, les combinaisons chimiques dans lesquelles ces gaz sont engagés se dissocient très-aisément et d'une manière progressive sous l'influence de la diminution de pression. Chose remarquable, et sur laquelle je reviendrai un jour, cette dissociation se fait beaucoup plus facilement dans l'organisme que dans les expériences *in vitro*. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les expériences de M. O. Liebreich tendant à démontrer que la strychnine est l'antidote du chloral.* Note de M. ORÉ, présentée par M. Cl. Bernard.

« J'ai démontré, dans mes trois Notes précédentes (*Comptes rendus*, 10 et 24 juin, 1^{er} juillet 1872), que les expériences de M. O. Liebreich, tendant à établir que la strychnine est l'antidote du chloral, reposent sur une donnée expérimentale défectueuse ; que les effets produits par une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral, dose mortelle pour les lapins pesant 2 kilogrammes, ne peuvent être enrayés par des injections hypodermiques de 1 $\frac{1}{2}$, 2, 3, 4, 5 milligrammes de strychnine. J'en ai conclu que *la strychnine n'était pas l'antidote du chloral.*

» Les recherches qui font l'objet de cette quatrième Note ajouteront une preuve nouvelle et décisive à cette démonstration.

» De nombreuses expériences, que je soumettrai prochainement au jugement de l'Académie, m'ont appris : 1^o que la strychnine, *introduite directement dans les veines*, manifeste *instantanément* son action par des crises convulsives, caractéristiques, qui se terminent en quelques minutes par la mort, si la dose de l'alcaloïde est suffisamment élevée ; 2^o que les quantités de cette substance nécessaires pour amener ce résultat sont toujours moindres lorsqu'on remplace, pour son introduction dans l'organisme, la voie hypodermique par la voie veineuse.

» Il en résulte qu'opposer aux phénomènes produits par le chloral l'action de la strychnine *injectée dans l'appareil circulatoire*, c'était peut-être fournir un appui à la thèse soutenue par M. O. Liebreich. Je n'ai cependant pas hésité à placer l'expérimentation sur ce terrain. Connaissant déjà la dose de chloral (4 grammes) qui est mortelle pour des lapins du poids de 2 kilogrammes, j'ai cherché quelle est la dose de strychnine qui, chez les mêmes animaux et dans des conditions de poids identiques, devient également mortelle.

» *Première expérience.* — Lapin pesant 1950 grammes. Injection intraveineuse d'un demi-milligramme de strychnine. Aussitôt l'animal est pris de mouvements tétaniques, trismus, opisthotonos, avec contracture des quatre membres. Cette crise dure deux minutes; elle est suivie d'un relâchement musculaire de courte durée, car de nouvelles convulsions se succèdent, en laissant entre elles des intervalles rapprochés, pendant un quart d'heure environ. Alors le lapin fait des efforts pour se relever sur ses pattes. Il n'y parvient pas sans éprouver quelques mouvements convulsifs passagers. Finalement, l'animal survit.

» Donc un demi-milligramme de strychnine injecté dans les veines détermine un tétanos strychnique instantané, mais non mortel.

» *Deuxième expérience.* — Lapin pesant 2 kilogrammes. Injection, dans la veine crurale droite, d'un milligramme de strychnine. Immédiatement, crise de tétanos strychnique qui a duré, d'une manière continue, pendant trois minutes, après lesquelles l'animal a succombé.

» *Conclusion.* — Une injection *intraveineuse* d'un milligramme de strychnine détermine immédiatement l'apparition des effets de cette substance, qui occasionne rapidement la mort chez les lapins du poids de 2 kilogrammes. Ce fait établi, j'ai commencé par essayer de combattre l'intoxication produite par l'injection hypodermique de 4 grammes de chloral (dose mortelle) à l'aide d'une injection intraveineuse d'un milligramme de strychnine (dose mortelle).

» *Troisième expérience.* — Lapin pesant 2^k, 200. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral faite à 2^h 45^m. Apparition des phénomènes caractéristiques du chloral à 2^h, 53^m. Alors, injection dans la veine crurale droite d'un milligramme de strychnine.

» 2^h 58^m. Sommeil profond, relâchement musculaire complet, affaiblissement de la sensibilité. *Aucun phénomène strychnique spontané ne s'est encore montré.* Toutefois, quand on soulève l'animal et qu'on le laisse tomber, il se manifeste une convulsion générale qui cesse aussitôt.

» 3^h 10^m. Le sommeil continue, l'insensibilité est presque complète; le bruit fait près de l'animal, par un coup violent sur la table où il est étendu, ne détermine aucune contraction.

» 6^h 55^m. Même état : *pas le plus léger symptôme d'intoxication strychnique.* Le sommeil est profond, l'insensibilité absolue, ainsi que l'immobilité. Respiration très-lente (12); température, 32 degrés.

» L'animal succombe à 9^h 30^m du soir.

» Il résulte de cette expérience qu'une injection intraveineuse d'un milligramme de strychnine, si rapidement mortelle lorsque la substance est introduite, *seule*, dans l'appareil circulatoire, n'a même pas manifesté sa présence chez un lapin placé déjà sous l'influence d'une dose mortelle de chloral.

» *Quatrième expérience.* — Lapin pesant 1900 grammes. 5^h 2^m, injection hypodermique de 4 grammes de chloral. 5^h 13^m, apparition des phénomènes du chloral. A ce moment, injection dans la veine crurale gauche de 2 $\frac{1}{2}$ milligrammes de strychnine.

» Aussitôt l'injection faite, l'animal a eu, dans l'espace de cinq minutes, *quatre* crises tétaniques bien tranchées; puis, il est retombé dans le relâchement musculaire, l'insensibilité presque absolue, le sommeil.

» 5^h 22^m. Les crises tétaniques sont arrêtées. Respiration précipitée (114); température, 37 degrés.

» 5^h 38^m. Sommeil profond, respiration précipitée, quoique descendue à 80 degrés. Un coup sur la table détermine à peine quelques mouvements convulsifs. Relâchement musculaire.

» 10 heures du soir. Même état. La sensibilité est presque entièrement abolie. Respiration moins accélérée (56); température, 37 degrés.

» Le lendemain, à 10 heures du matin, l'animal dort toujours. Respiration plus calme (39). Résolution musculaire aussi complète que possible. La sensibilité paraît un peu revenue. Si l'on pince, en effet, les oreilles, l'animal se réveille, fait entendre quelques cris et exécute quelques mouvements avec la tête; température, 32 degrés.

» 1^h 50^m. Respiration (22); température, 30 degrés. Le sommeil continue.

» L'animal succombe à 5 heures du soir.

» Cette expérience, commencée la veille, à 2^h 45^m, *a donc duré vingt-six heures*. Bien que le lapin soit mort en présentant tous les symptômes de l'intoxication chloralique, il est possible cependant que la dose élevée de 2 $\frac{1}{2}$ milligrammes de strychnine ait pu contribuer à retarder cette terminaison.

» *Cinquième expérience.* — Lapin pesant 1800 grammes. 10^h 18^m du matin. Injection sous-cutanée de 6 grammes de chloral; 10^h 28^m, apparition des phénomènes chloraliques. J'injecte alors 3 milligrammes de strychnine dans la veine crurale droite.

» Convulsion strychnique immédiate, qui a duré une minute. Depuis ce moment :

» 10^h 32^m jusqu'à 10^h 36^m, sept crises tétaniques, séparées par des intervalles de quelques secondes.

» 10^h 37^m. Les crises cessent; le relâchement musculaire redevient complet. Lorsqu'on soulève l'animal et qu'il retombe sur la table il a encore des mouvements convulsifs généraux, qui cessent aussitôt. Sommeil; abolition notable de la sensibilité.

» 5 heures du soir. Respiration lente (12); température, 32 degrés.

» 10 heures. Respiration (12); température, 30 degrés; insensibilité absolue. L'animal succombe quelques instants après. Il a vécu pendant douze heures après l'injection du chloral.

» *Sixième expérience.* — Lapin pesant 1850 grammes. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral, combattue par une injection intraveineuse de 5 milligrammes de strychnine.

» L'animal a eu aussitôt des crises tétaniques extrêmement violentes, qui n'ont pas discon-

tinué pendant vingt minutes. Les phénomènes du chloral se sont alors manifestés de nouveau, interrompus de loin en loin par quelques convulsions.

» Après deux heures, respiration calme, mais lente; sommeil profond. Tous les symptômes strychniques ont cessé. Toutefois, on observe de la roideur dans le train postérieur.

» L'animal succombe à ce moment.

» *Septième expérience.* — Lapin pesant 1800 grammes, ayant reçu une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral. Injection dans la veine crurale droite de $7\frac{1}{2}$ milligrammes de strychnine. Immédiatement, crise tétanique, qui dure vingt minutes, avec des intermittences rapides.

» Pendant les treize minutes suivantes, l'animal a eu des alternatives de relâchement musculaires et des convulsions, mais il a succombé après une crise tétanique bien caractérisée.

» *Huitième expérience.* — Faite dans les mêmes conditions que les précédentes, avec cette différence que la dose de strychnine injectée dans la veine crurale a été de 1 centigramme.

» L'injection de strychnine avait été faite à 2^h55^m. L'animal a succombé à un tétanos strychnique foudroyant.

» *Conclusions.* — 1° Non-seulement l'injection intraveineuse de 1 milligramme de strychnine (dose mortelle pour un lapin de 2 kilogrammes) n'empêche pas l'animal, placé sous l'influence toxique de 4 grammes de chloral, de succomber, mais la présence de l'alcaloïde ne se manifeste par aucun phénomène spontané caractéristique.

» 2° L'injection intraveineuse de $2\frac{1}{2}$ milligrammes de strychnine occasionne des convulsions spontanées, bien caractérisées. Elle a semblé, dans un cas, retarder la mort de l'animal, sans l'empêcher, car il a succombé en présentant tous les phénomènes de l'intoxication par le chloral.

» 3° A mesure que l'on augmente la dose de strychnine (3^{gr}, 45), la mort arrive avec une rapidité qui va toujours croissant, et les propriétés de cette substance semblent s'accroître de plus en plus.

» 4° Si l'on augmente encore les doses ($7\frac{1}{2}$ milligrammes 1 centième), l'action du chloral est alors complètement effacée, et l'animal meurt par la strychnine. L'antidote devient ainsi agent toxique.

» 5° Que l'on combatte les effets du chloral, administré à dose mortelle, à l'aide de la strychnine introduite par la voie hypodermique ou par la voie intraveineuse, l'animal succombe toujours : le plus souvent par suite de l'action de la première substance, quelquefois cependant par suite de la deuxième (*expériences 7 et 8*).

» 6° La strychnine n'est donc pas l'antidote du chloral. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 19 AOUT 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

CHIRURGIE. — *De l'emploi combiné de la morphine et du chloroforme pendant les opérations chirurgicales. Nouveau mode d'administration de cet agent.*
Note de M. DEMARQUAY.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

» Il y a quelques années, un chirurgien allemand proposa d'associer la morphine au chloroforme, afin de prolonger l'anesthésie plus longtemps en donnant relativement moins de chloroforme. M. Claude Bernard eut recours à ce mode d'anesthésie, pour ses belles expériences physiologiques, et se loue beaucoup de cette manière de faire. Après avoir constaté les résultats obtenus par notre éminent physiologiste, je me mis en mesure d'appliquer sur l'homme ce qui me paraissait avantageux au point de vue expérimental, ainsi que l'avait conseillé M. Cl. Bernard. Pendant que je poursuivais mes recherches, M. Labbé, chirurgien de la Pitié, communiquait à l'Académie une Note de laquelle il résulte que la morphine et le chloroforme lui auraient donné de très-bons résultats. Néanmoins je poursuivis mes recherches sur les animaux et sur l'homme. Ce sont les résultats de ces recherches que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie.

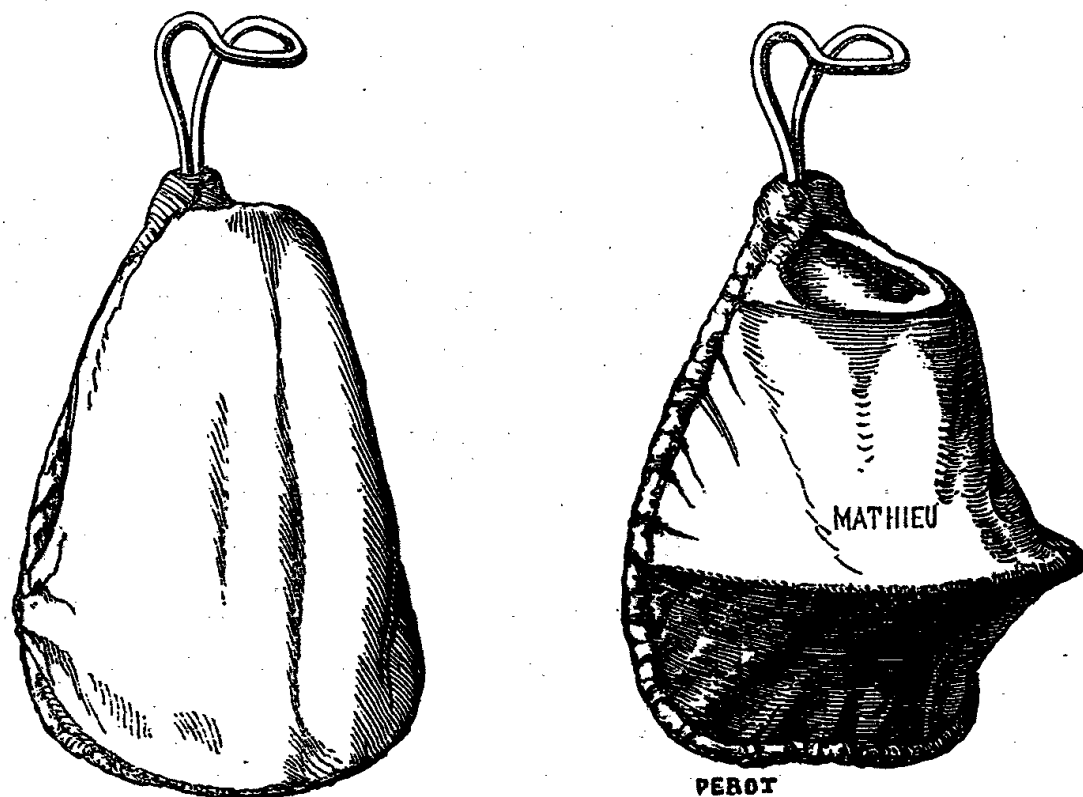
» En 1848, j'ai fait connaître, avec Aug. Duméril, que le chloroforme a une action déprimante sur la température. Cet agent, administré pendant

quelque temps à un chien, abaisse la température animale d'un degré environ, et cet abaissement persiste pendant plusieurs heures. Si, sur un autre animal, on injecte sous la peau 3 centigrammes de morphine, on déprime également d'une manière plus sensible sa température. Cette dépression, plus considérable (2 degrés environ), dure également plusieurs heures. L'action combinée de la morphine et du chloroforme abaisse sensiblement la température animale (abaissement qui peut aller à $2\frac{1}{2}$ degrés). Pendant mes expériences, un chien chloroformé, après avoir été soumis à la morphine, est mort rapidement. Néanmoins, j'ai fait deux opérations importantes sur l'homme en combinant ces deux agents. La première a bien réussi; mais, pendant la seconde, bien que le chloroforme fût donné avec soin et à petite dose, il est survenu des accidents graves.

» La circulation s'est profondément troublée, le sang artériel est devenu noir, la malade a eu une série de syncopes qui m'ont fort inquiété. Cet état sérieux a duré toute la journée. En tenant compte de mes expériences qui prouvent l'action déprimante de la morphine et du chloroforme sur le système nerveux, dépression accusée par l'abaissement de la température, je me demande s'il est bon de soumettre une personne que l'on doit opérer et qui subit déjà une dépression morale plus ou moins grande, à l'action de deux agents dont il est impossible de mesurer l'action. Si l'opération est peu grave, pourquoi associer deux médicaments sans savoir comment ils seront tolérés par l'organisme? Si l'opération est grave, si l'organisme doit être ébranlé, si l'hémorrhagie doit être sérieuse, pourquoi alors soumettre le sujet à l'action d'un double poison, quand un seul peut avoir un effet funeste? Sans doute on se propose, en émoussant la sensibilité par l'opium, d'arriver à l'anesthésie avec une moins grande quantité de chloroforme; mais, par cette combinaison, on ne domine point le danger, on ne fait que l'augmenter. Peut-être pourrait-on arriver à un meilleur résultat en donnant l'opium à dose fractionnée; de la sorte, on pourrait étudier la susceptibilité de l'organisme, ainsi que l'a conseillé M. le docteur Plouviez. D'ailleurs, c'est toujours une chose grave que de soumettre l'organisme à un double empoisonnement; aussi j'ai abandonné cette manière de faire, et je me suis appliqué à perfectionner le mode d'administrer le chloroforme.

» Au lieu de verser le chloroforme sur une compresse, sur de la charpie ou sur une éponge, ou d'employer un appareil plus compliqué, je me sers d'appareils faits en flanelle et ayant la forme d'un masque. Le chloroforme, contenu dans une bouteille graduée, est versé goutte à goutte sur l'appareil; l'évaporation du chloroforme est continue, le malade le respire sans

effort; souvent la période d'agitation disparaît, et le malade s'endort doucement. Depuis plus d'un an, j'emploie cet appareil, confectionné par M. Mathieu, et je n'ai trouvé qu'un jeune homme, ayant des habitudes



alcooliques anciennes, chez lequel j'aie eu à lutter sérieusement contre la période d'excitation. Je ne donne ici que le résumé sommaire de mes recherches sur le chloroforme et son administration ; je publierai prochainement, dans un journal de médecine, les recherches détaillées auxquelles je me suis livré. »

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

« Les faits dont j'ai eu l'honneur d'entretenir jusqu'ici l'Académie (voir *Comptes rendus*, 1871, t. LXXIII, p. 213 et 503; 1872, t. LXXIV, p. 617, et t. LXXV, p. 29 et 88) étaient tous relatifs à l'influence des modifications lentes et progressives de la pression barométrique. Je suis loin d'avoir parcouru en entier ce vaste champ d'études, et cependant je demande aujourd'hui la permission d'abandonner un instant la marche logique des idées et des faits, pour appeler l'attention sur les conséquences dangereuses des modifications brusques, lorsqu'elles ont lieu dans le sens de la décompression.

» Cette partie de mon travail présente une importance pratique considérable. On sait, en effet, que les ouvriers qui travaillent sous pression aux mines, aux piles de pont; que les plongeurs munis de scaphandres sont exposés, *au moment de la décompression*, à des accidents souvent fort graves. Ce sont de vives douleurs locales, des paraplégies, des paralysies plus étendues encore, parfois même une mort qui peut être soudaine. On a cité une Compagnie anglaise qui, dans une seule année, sur vingt-quatre plongeurs, en a perdu dix, dont trois sont morts subitement, et les sept autres après plusieurs mois de paralysie.

» Ces phénomènes curieux et redoutables ont reçu, des ingénieurs et des

médecins qui les ont observés, les explications les plus variées, et parfois les plus étranges. Mais je n'en connais que deux qui méritent d'être examinées. La première est due à M. le professeur Rameaux, de Strasbourg (*voir Bucquoy, Thèse de Strasbourg, 1861*).

» Dans l'opinion du savant physicien, les accidents seraient dus à ce que les gaz normaux du sang (acide carbonique, oxygène, azote), se dissolvant en quantité plus considérable dans ce liquide sous l'influence des hautes pressions, repassent à l'état gazeux lorsque la pression n'est plus que d'une atmosphère, obstruant ainsi le calibre des vaisseaux sanguins, et faisant courir au patient les mêmes périls qu'une injection d'air dans les veines.

» M. Bouchard (*Pathogénie des hémorrhagies*; Paris, 1869) explique autrement ces faits : lorsque les gaz intestinaux, diminués de volume par l'effet de la pression, et dont le sang, qui tend alors à remplir l'abdomen, a pris la place, viennent à se dilater subitement par l'effet de la décompression, ils chassent brusquement dans la circulation générale ce sang, dont l'irruption soudaine peut produire dans divers organes, et notamment dans les centres nerveux, des apoplexies et des congestions.

» Voyons maintenant ce que dit l'expérience directe.

» Tout d'abord, l'augmentation subite de la pression ne paraît pas exercer d'action notable sur les animaux. Des moineaux qui passent instantanément de 1 à 10 atmosphères se tiennent un moment cois et immobiles, pour reprendre bientôt leurs allures habituelles.

» Mais pour la décompression, il en est tout autrement. Prenons un exemple :

Un chat très-vigoureux est placé dans un vaste récipient, où la pression est, en une demi-heure environ, portée à 8 atmosphères. A ce moment, on ouvre brusquement un gros robinet, et la pression s'équilibre en quelques minutes avec celle de l'air extérieur. L'appareil étant ouvert, l'animal bondit et s'échappe sain et sauf en apparence; mais, après dix minutes environ, il est pris d'une paraplégie complète avec paralysie de la vessie : l'urine contient du sang et des spermatozoïdes. Le lendemain, cet état persiste, la paralysie fait des progrès ascendants; on tue l'animal, et l'on trouve la région dorso-lombaire de la moelle épinière ramollie comme de la crème, sans pouvoir y constater la moindre trace d'épanchement sanguin ou simplement de congestion.

» Je le dirai de suite : la seconde des hypothèses ci-dessus mentionnées doit être complètement écartée. J'ai bien vu quelquefois, chez des animaux tués par décompression brusque, après un long séjour dans l'air comprimé,

l'estomac et les intestins fortement distendus par des gaz, mais je n'ai jamais vu dans les centres nerveux ni dans d'autres viscères d'hémorragies pouvant expliquer les paralysies ou la mort.

» L'hypothèse de M. Rameaux a été confirmée, au contraire, par de nombreuses expériences. J'ai vu les gaz se dégager dans le sang, en bulles d'une ténuité extrême, ou se réunir en collections assez considérables pour que, du cœur droit d'un chien de moyenne taille, j'aie pu extraire jusqu'à 30 centimètres cubes de gaz et en faire alors une analyse exacte.

» Je l'ai trouvé composé d'azote dans des proportions variant de 70 à 90 pour 100 : le reste était constitué par de l'acide carbonique. En exposant à l'Académie, dans une prochaine Communication, les résultats que m'ont fournis les analyses des gaz du sang chez des animaux soumis à de hautes pressions, j'indiquerai comment, si la présence de l'azote et l'absence de l'oxygène s'expliquent aisément, il est beaucoup moins facile de comprendre l'existence à l'état libre de l'acide carbonique.

» Suivant la valeur de la pression à laquelle on a poussé l'animal, suivant la rapidité de la décompression, il arrive que les gaz se dégagent tout à coup en grande quantité, ou qu'il n'en repasse à l'état aériforme que des bulles plus ou moins nombreuses.

» Dans le premier cas, la circulation s'arrêtant, la mort survient à peu près instantanément, après quelques cris et quelques convulsions. On trouve alors le cœur et les vaisseaux, particulièrement le cœur droit et le système veineux, remplis d'une sorte de mousse ; les capillaires sont finement injectés de gaz ; le système porte est envahi comme les autres. Il m'est arrivé de voir périr de la sorte une chienne pleine ; l'autopsie me montra les placentas déchirés par le gaz, le sang des foetus mousseux comme celui de leur mère, et des gaz devenus libres dans le liquide allantoïdien, mais non dans l'amnios.

» Dans le second cas, les phénomènes varient suivant le lieu de l'organisme où vont s'arrêter les bulles fines du gaz pour y intercepter la circulation. Ce ne sont parfois que des accidents passagers, des troubles locomoteurs qui disparaissent bientôt ; mais très-souvent j'ai observé des paraplégies semblables à celles du chat dont je viens de retracer l'histoire, ou des paralysies plus générales, ou des accidents cérébraux avec déviation des yeux et apparence de fureur, ou encore la mort subite, auquel cas les vaisseaux du bulbe étaient remplis de gaz.

» On comprend qu'entre ces deux cas bien tranchés il s'en place d'inter-

médiaires, dans lesquels les gaz se dégagent assez abondamment pour qu'on entende dans le cœur droit un bruit de gargouillement très-remarquable, la paralysie étant d'emblée presque générale, mais la mort ne survenant pas immédiatement.

» Je n'ai jamais vu des accidents de paralysie ayant duré plus d'une heure guérir consécutivement, bien que les animaux aient parfois survécu près de huit jours : toujours la paralysie suivait une marche ascendante jusqu'à la mort. On trouvait alors, comme je l'ai déjà dit, la moelle épinière ramollie sur divers points et particulièrement dans la région dorso-lombaire, qui est presque toujours la première envahie. La rapidité de ces ramollissements par arrêt circulatoire est une chose des plus remarquables, et je suis persuadé que la Physiologie pathologique pourra trouver dans ces expériences une source d'enseignements précieux.

» Lorsque la pression n'a pas dépassé 5 atmosphères, la décompression peut avoir lieu en deux ou trois minutes, sans accidents apparents ; mais, à partir de 6 atmosphères, j'ai observé des troubles, qui deviennent constants et toujours fatals au-dessus de 7 atmosphères. Quand on arrive à 19 atmosphères, pression maxima obtenue dans mon appareil, la paralysie et la mort ne peuvent être évitées que par une décompression extrêmement lente : cinq minutes par atmosphère ne sont pas suffisantes pour mettre à l'abri de ces graves accidents. J'ai même vu des paralysies, légères et peu durables, il est vrai, survenir après une décompression dans laquelle on avait mis une heure et demie (dix minutes par atmosphère) pour descendre de 10 atmosphères à la pression normale.

» Ces faits ont été observés sur des chiens, des chats et des lapins, avec des résultats sensiblement identiques. On est donc en droit d'appliquer, dans une certaine mesure, les données qui précèdent à l'hygiène des plongeurs et des ouvriers des tubes. On peut dire, par exemple, que, jusqu'à 3 atmosphères environ, la décompression brusque ne présente pas de dangers sérieux, mais ces dangers vont en augmentant très-rapidement à partir de 5 atmosphères. Si les plongeurs qui ne dépassent pas 40 mètres peuvent être le plus souvent ramenés sans accident à la surface, la rapidité avec laquelle on les retire à la brasse les exposerait à une mort certaine, s'ils avaient pu atteindre des fonds de 70 à 80 mètres. Je sais bien qu'ils ne le peuvent actuellement, à cause de l'empoisonnement par l'oxygène, mais j'ai montré comment on peut éviter ce dernier danger : il faudra alors redoubler de précautions, pour ne pas tomber dans un pire. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

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

« J'exposerai aujourd'hui à l'Académie les résultats de mes recherches sur la composition des gaz que contient le sang artériel d'animaux

70..

soumis à des pressions barométriques qui dépassent une atmosphère. La présente Note complète donc, sous ce rapport, celle (la cinquième) où j'ai montré comment varient les gaz du sang lorsque la pression est inférieure à la pression normale. (Voir *Comptes rendus*, 1872, t. LXXV, p. 88, séance du 8 juillet.)

» L'appareil dans lequel se fait la compression est un cylindre en tôle d'acier, d'une capacité d'environ 300 décimètres cubes, terminé à ses deux extrémités par des portes munies de hublots en verre très-épais. Une pompe, mise en jeu par un moteur à gaz, permet d'y comprimer l'air jusqu'à 10 atmosphères, avec une rapidité de quatre à cinq minutes par atmosphère.

» Un chien solidement attaché, la tête étendue sur une sorte de cadre en bois et en fer qui s'adapte au contour intérieur du cylindre, est introduit dans l'appareil, où il ne peut faire aucun mouvement. Dans une de ses artères carotides est fixé un ajutage soudé à un tube métallique, qui traverse la paroi d'acier au moyen d'une pièce de raccord vissée, et qui débouche au dehors, où un robinet permet de le fermer.

» Lorsqu'on est arrivé à la pression voulue et qu'on veut tirer du sang, il suffit d'ajuster au robinet, à l'aide d'un tube épais de caoutchouc, une seringue graduée. Le robinet étant ouvert, l'air comprimé contenu dans l'appareil pousse le sang avec une force qu'il faut prudemment modérer : ce sang est chassé du corps comme l'eau d'une éponge exprimée dans la main.

» Le sang que l'on tire de la sorte est toujours plus rouge que le sang extrait du même vaisseau à la pression normale, ce qui indique déjà une augmentation dans la proportion de l'oxygène. Il se coagule plus vite qu'à l'ordinaire, et ceci est un cas particulier d'une sorte de règle générale que j'ai toujours vue se vérifier, à savoir que la rapidité de la coagulation est en rapport avec la richesse en oxygène.

» Lorsque la pression atteint 4 ou 5 atmosphères, le sang arrivé dans la seringue en verre y présente souvent un phénomène qui devient constant au-dessus de 7 atmosphères : c'est le dégagement de bulles de gaz extraordinairement fines. Ces bulles restent isolées, par cette seule raison qu'elles sont emprisonnées dans de petits flocons de fibrine qui se coagulent autour d'elles au fur et à mesure de leur formation. Le nombre de ces bulles est, comme on doit s'y attendre, en rapport direct avec la pression. On voit que le moment où elles apparaissent régulièrement et en abondance est précisément la limite avec laquelle la décompression brusque

entraîne des accidents graves et même la mort. Cependant, et ceci est un fait qui doit donner à penser à ceux qui s'occupent de l'hygiène des ouvriers travaillant sous pression, il m'est arrivé de voir dans ma seringue quelques bulles de gaz à des pressions dont les chiens peuvent sortir soudainement sans donner des signes de malaise; c'est probablement dans ces circonstances qu'arrivent chez l'homme les troubles légers de la locomotion, les gonflements musculaires, les horribles démangeaisons connues sous le nom de *puces*, etc.

» Cela dit, je passe à l'analyse des gaz extraits du sang par la méthode indiquée dans ma cinquième Note; je ne rapporterai ici que le nombre d'expériences nécessaire pour montrer le sens des phénomènes et aussi la variété de leurs détails. Les chiffres expriment le volume des gaz (à 0 degré et 76 centimètres de pression) contenus dans 100 centimètres cubes de sang.

	Oxygène.	Acide carbonique.	Azote.
1° Pression normale.....	19,4	35,3	2,2
A 3 atmosphères.....	20,9	35,1	4,7
6 » 	23,7	35,6	8,1
10 » 	24,6	36,4	11,3
2° Pression normale.....	18,3	37,1	2,2
A 2 atmosphères.....	19,1	37,7	3,0
5 » 	20,6	40,5	6,1
10 » 	21,4	36,8	11,4
3° Pression normale.....	18,4	47,7	2,5
A 3 atmosphères.....	20,0	42,2	4,4
6 $\frac{3}{4}$ » 	21,0	41,3	7,1
9 $\frac{1}{4}$ » 	21,2	39,8	9,3
4° Pression normale.....	22,8	50,1	2,3
A 5 atmosphères.....	23,9	35,2	6,0
8 » 	25,4	37,6	9,5
5° Pression normale.....	20,2	37,1	1,8
A 5 $\frac{1}{2}$ atmosphères.....	23,7	35,5	6,7
10 » 	24,7	37,9	9,8

» Examinons les diverses déductions qu'on peut tirer de ce tableau :

» 1° La richesse du sang en oxygène augmente avec la pression; mais cette augmentation est bien faible, puisque, de 1 à 10 atmosphères, elle n'a été au maximum que de 26,7 pour 100 (expérience 1°). Ce résultat est surtout très-frappant lorsqu'on le rapproche de celui que j'ai signalé dans ma cinquième Note, en parlant de la diminution de pression, puisque, à une demi-atmosphère, l'oxygène a diminué de 36 à 56 pour 100.

» Cela semble indiquer que la combinaison de l'oxygène avec l'hémoglobine, combinaison qui se dissocie aux basses pressions, est à son maximum de saturation aux environs de la pression normale, et que, au-dessus, la proportion un peu plus forte d'oxygène que l'on trouve dans le sang tient exclusivement à la dissolution dans le plasma. J'avais déjà montré que la quantité d'oxygène contenu dans le sang s'élève à plus de 20 pour 100, lorsqu'on fait respirer à un animal de l'oxygène pur au lieu d'air ordinaire.

» Si nous rapprochons ces faits de l'empoisonnement par l'oxygène dont j'ai montré les violents effets convulsifs et les conséquences si rapidement mortelles lorsqu'on dépasse 15 atmosphères (voir *Comptes rendus*, 1872, t. LXXIV, p. 617 et t. LXXV, p. 29), on est en droit d'en inférer, comme je l'ai fait déjà, que la proportion toxique de ce gaz est de très-peu supérieure à celle que nous avons normalement dans le sang, et qu'il constitue ainsi le poison le plus violent que nous connaissions.

» 2° La proportion de l'acide carbonique n'est nullement influencée par les augmentations de pression. Ceci a de quoi nous surprendre, car j'ai fait voir, en parlant de la diminution de pression, que la richesse en acide carbonique suit assez docilement la baisse barométrique.

» Comment expliquer maintenant que l'acide carbonique diminue avec la pression, mais n'augmente pas avec elle? Je crois qu'on peut s'en rendre compte par le raisonnement suivant : l'acide carbonique du sang, qui peut s'échapper tout entier dans le vide barométrique, est maintenu dans ce liquide en circulation par la pression du gaz de même nature qui est répandu dans l'air des bronchioles et des cellules pulmonaires. Cet air, ainsi que je l'ai montré (voir mes *Leçons sur la physiologie de la respiration*, p. 165; 1869), contient de 6 à 8 pour 100 d'acide carbonique ; c'est cette proportion qui, multipliée par le chiffre exprimant la pression barométrique, représente la pression réelle du gaz intra-pulmonaire, laquelle maintient le gaz intrasanguin. Lors donc que la pression barométrique augmente, comme la production totale, en poids, de l'acide carbonique n'est pas sensiblement modifiée (je reviendrai sur ce point dans une autre Communication), il en résulte que sa proportion centésimale diminue dans l'air des alvéoles pulmonaires ; ainsi sa pression réelle reste la même, et par suite la même aussi la quantité que cette dernière maintient dans le sang en une union chimique facile à dissocier.

» Si, au contraire, nous considérons le cas de la diminution de pression, et si nous nous plaçons, par exemple, à demi-atmosphère, nous voyons

que, pour que la pression réelle de l'acide carbonique intra-pulmonaire restât la même, il faudrait que sa proportion centésimale fût doublée et arrivât par conséquent à 12 ou 16 pour 100. Mais s'il en était ainsi, il ne resterait disponible qu'une proportion d'oxygène absolument insuffisante pour entretenir la vie. Il faut donc, soit que la production de l'acide carbonique diminue, soit que la ventilation pulmonaire s'accélère beaucoup, dans l'un ou l'autre cas, la proportion de ce gaz dans l'air des bronches diminuant, que sa pression réelle diminue, et il en est de même de la quantité qui en existe dans le sang.

» Je pense qu'en approfondissant ces réflexions et en les appliquant à l'analyse de chaque cas particulier, on trouvera l'explication des irrégularités si singulières que nous a présentées la richesse du sang en acide carbonique, considérée dans ses rapports avec les différentes pressions barométriques.

» 3° La proportion de l'azote, gaz qui paraît exister dans le sang à l'état de simple dissolution, augmente considérablement avec la pression, sans suivre cependant exactement la loi de Dalton. Les chiffres rapportés ci-dessus expliquent parfaitement comment, lorsque la décompression est trop brusque, le gaz dissous repasse à l'état libre et occasionne les accidents que j'ai décrits dans ma dernière Note (voir *Comptes rendus*, 1872, t. LXXV, page 491, séance du 12 août). C'est ce qui se passe, ainsi que je l'ai dit plus haut, dans la seringue même avec laquelle on extrait le sang : il en est du sang décomprimé comme d'une bouteille d'eau de seltz que l'on débouche.

» Mais s'il est facile de comprendre pourquoi les gaz libres extraits du cœur d'un animal tué par rapide décompression contiennent (voir ma dernière Note) de 70 à 90 pour 100 d'azote, la présence de l'acide carbonique dans la proportion de 10 à 30 s'explique moins aisément, puisqu'il n'y en a pas plus dans le sang à 10 atmosphères qu'à la pression normale. Je pense que cette mise en liberté est due à l'entraînement exercé par l'azote qui se dégage ; il se passe, je crois, dans les vaisseaux, ce qui arrive lorsqu'on fait traverser du sang par un courant d'azote ou d'hydrogène, courant qui déplace une grande quantité d'acide carbonique. »

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉDECINE. — *Recherches expérimentales sur le traitement de l'asphyxie;*
Note de **M. G. LE BON**, présentée par M. Larrey.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les conclusions d'un travail sur l'asphyxie, qui sera développé dans un Mémoire que je lui soumettrai prochainement.

» Les expériences consignées dans ce travail ont pour but : 1^o d'étudier la valeur des divers moyens thérapeutiques en usage contre les diverses formes d'asphyxie, notamment l'asphyxie par submersion; 2^o de rechercher s'il n'y aurait pas contre l'asphyxie des moyens plus puissants que ceux en usage jusqu'ici; 3^o de déterminer s'il n'existerait pas des causes physiologiques rendant impossible le retour des asphyxiés à la vie après un certain temps.

» Le résultat de mes recherches peut se résumer de la façon suivante :

» Le moyen le plus en vogue aujourd'hui contre l'asphyxie, celui que pratiquent les personnes qui suivent les instructions et emploient les instruments des boîtes de secours est l'*insufflation pulmonaire*. L'expérience démontre que ce procédé doit être rejeté complètement. Si, en effet, on se borne à placer le tube de l'insufflateur dans la bouche, l'air va dans l'estomac et non dans le poumon, et l'insufflation est inutile. Si l'on parvient à introduire le tube de l'insufflateur dans le larynx, ce qui est difficile, l'insufflation, à moins qu'elle ne soit pratiquée par une main très-exercée, sachant proportionner la quantité d'air à injecter à l'état de la circulation, n'est plus seulement inutile, elle devient nuisible. L'introduction d'une grande quantité d'air dans le poumon a pour résultat, non de produire des déchirures pulmonaires, comme on le dit quelquefois, mais simplement de dilater considérablement les vésicules de cet organe, et par suite de comprimer les capillaires pulmonaires et de contribuer ainsi à augmenter la gêne de la circulation, toujours entravée dans l'asphyxie. Du reste, la respiration artificielle permettant, sans aucun appareil, d'introduire dans le poumon un volume d'air suffisant, il ne peut jamais y avoir utilité à recourir à l'insufflation.

» La respiration artificielle, pratiquée par la méthode de Sylvester, qui consiste simplement, comme on le sait, à se placer derrière l'asphyxié et à élever ses bras de façon à les amener derrière la tête, ce qui élève les côtes et dilate le thorax, puis à les ramener le long du corps, ce qui abaisse les côtes, permet d'introduire dans le poumon un volume d'air plus que suffisant pour les besoins de l'asphyxié, ainsi qu'on peut s'en convaincre par des expériences cadavériques. Introduire beaucoup d'air dans les poumons, alors que la circulation est gênée, est, pour la raison indiquée plus haut, toujours nuisible; une très-minime quantité d'air est suffisante, attendu que, par suite du ralentissement de la circulation, la masse de sang qui arrive au contact de la surface pulmonaire est fort réduite et n'a besoin que de très-peu d'air pour être suffisamment oxygénée.

» La compression du sternum, conseillée par la plupart des auteurs comme complément de la méthode de respiration précédente, dans le but d'augmenter la quantité d'air à introduire dans le poumon, est essentiellement dangereuse. L'expérience prouve en effet que, lorsque les mouvements du cœur sont ralentis, la moindre pression sur lui arrête immédiatement ses battements. Pour cette raison, les diverses méthodes de respiration artificielle, dans lesquelles on comprime la poitrine de l'asphyxié avec les mains, un bandage ou des poids, doivent être rigoureusement proscrites

comme ne pouvant avoir d'autre résultat que d'achever rapidement les asphyxiés sur lesquels on les emploie.

» De quelque façon qu'on introduise de l'air dans les poumons d'un asphyxié, par insufflation pulmonaire ou par respiration artificielle, que cette dernière soit pratiquée comme nous l'avons vu plus haut ou par faradisation des nerfs phréniques, l'expérience prouve que l'introduction de l'air est complètement inutile quand la circulation est arrêtée, ce qui, dans l'asphyxie par submersion, arrive au bout de quatre ou cinq minutes environ. On comprend facilement en effet que, quand il y a stagnation du sang dans les poumons, l'introduction de l'oxygène y soit tout à fait sans objet, puisque les globules immobilisés ne peuvent plus aller porter aux éléments des organes l'oxygène qu'ils ont absorbé.

» Si, sur un lapin récemment asphyxié par submersion, et dont le cœur ne bat plus, on enlève avec précaution une portion de sternum et des côtes, suffisante pour qu'on puisse apercevoir facilement les mouvements du cœur, qu'on introduise ensuite une aiguille dans cet organe et qu'on mette son extrémité en rapport *permanent* avec un des pôles d'une pile de Daniell de plusieurs éléments, ou d'une petite bobine d'induction, l'autre pôle étant dans le rectum, on voit, pendant toute la durée du passage du courant, les battements de cœur s'arrêter ou se ralentir.

» Si l'on répète la même expérience sur un lapin préparé comme nous venons de le dire, et dont le cœur bat faiblement, ou même ne bat plus depuis quelque temps, mais qu'au lieu de laisser l'aiguille en rapport *permanent* avec le pôle de la bobine ou de la pile on la touche seulement une fois toutes les secondes, soit avec le réophore de la pile, soit avec celui de la bobine, on voit immédiatement les battements de cœur se réveiller s'ils sont éteints, ou s'accélérer s'ils étaient seulement ralentis.

» Si, sur un lapin récemment asphyxié et dont les mouvements respiratoires sont presque éteints ou suspendus, on enfonce une aiguille dans le diaphragme et qu'on la mette en rapport *permanent* avec un des pôles d'une pile de Daniell, de quarante éléments ou d'une bobine, l'autre pôle étant toujours dans le rectum, on ne produit aucun mouvement respiratoire si ces derniers sont complètement suspendus, ou on les arrête entièrement s'ils continuaient encore; mais si l'on touche d'une façon *intermittente* l'aiguille, soit avec le réophore de la pile, soit avec celui de la bobine, on produit un mouvement respiratoire à chaque contact. En la touchant 20 à 30 fois par minute, on produira 20 à 30 mouvements respiratoires dans cet intervalle.

» Les courants d'induction et les courants continus produisent donc exactement les mêmes effets sur le cœur et sur le diaphragme, dont ils peuvent à volonté arrêter ou réveiller les mouvements suivant la façon dont on les emploie. Les expériences précédentes indiquent nettement les causes de la divergence des résultats obtenus par divers physiologistes dans ces dernières années.

» Le conseil donné par les prescriptions du Conseil de salubrité, de ne pas chauffer au delà de 17 degrés le local où l'on soigne les noyés, de même que la recommandation faite par M. P. Bert, dans son récent ouvrage sur la respiration, d'éviter soigneusement de réchauffer les asphyxiés, sont complètement contraires aux enseignements de l'expérience. Un lapin âgé de dix jours, resté huit à dix minutes sous l'eau, ce qui est suffisant pour arrêter les mouvements du cœur, et que la respiration artificielle et l'électricité sont presque toujours impuissantes à ranimer, se ranime, après l'essai inutile de ces moyens, si on le plonge jusqu'au cou dans un bain dont la température est élevée graduellement de 37 à 48 degrés. Si ce qui est vrai pour le lapin l'est aussi pour l'homme, la chaleur, employée comme il vient d'être dit, sera sans doute le plus puissant des moyens à mettre en usage dans la mort apparente des nouveau-nés.

» En répétant la même expérience sur un lapin adulte, c'est-à-dire en le soumettant, après un séjour de huit à dix minutes sous l'eau, à un bain élevé graduellement de 37 à 48 degrés, on n'obtient d'autre résultat que d'amener rapidement chez lui la rigidité cadavérique; mais si, au lieu de plonger l'animal adulte asphyxié dans un bain à la température précédente, on le maintient dans un bain exactement à la température de son corps, soit 37 degrés environ, on reconnaît que les divers moyens usités contre l'asphyxie, respiration artificielle, électricité, etc., sont beaucoup plus efficaces que lorsqu'on les pratique à la température ordinaire, ce qui était du reste physiologiquement facile à prévoir.

» Par les divers moyens en usage contre l'asphyxie, on pourra ramener à la vie un animal qui aura séjourné de dix minutes à un quart d'heure dans de l'acide carbonique, mais jamais, quels que soient les moyens employés, on ne ramènera à la vie un lapin qui aura séjourné quatre à cinq minutes sous l'eau. Les courants continus les plus puissants peuvent rétablir artificiellement les mouvements du cœur et ceux du diaphragme, mais ils sont impuissants à rappeler la vie. Il faut donc renoncer aux espérances fondées sur leur emploi et qui attendaient toujours, du reste, la confirmation de l'expérience; car, à l'exception de l'énoncé en quelques lignes des

observations faites par Aldini en 1806, sur des animaux noyés, on ne trouve aucune indication à ce sujet dans les travaux modernes.

» Si l'on recherche les causes physiologiques de l'impossibilité de ramener à la vie les animaux asphyxiés par submersion, après un délai très-court, on reconnaît, contrairement à l'opinion de la plupart des auteurs dont les observations ont sans doute été faites sur des animaux ouverts longtemps après la mort, que le cœur d'un animal adulte qui a séjourné quatre à cinq minutes sous l'eau sans respirer *contient toujours des caillots noirs volumineux*. Réveiller les mouvements du cœur qui ne bat plus est, comme nous l'avons vu, facile, mais forcer les caillots énormes que le cœur contient, et qui font l'office de bouchons, à franchir les capillaires, est évidemment tout à fait impossible. Tant qu'on n'aura pas résolu le difficile problème de dissoudre ces caillots, on ne réussira jamais à ramener à la vie un individu qui aura séjourné quatre à cinq minutes au plus sous l'eau. Les faits fort rares de sujets ramenés à la vie après un séjour prolongé sous ce liquide ne peuvent s'expliquer qu'en admettant que l'individu plongé dans le liquide a éprouvé, par frayeur ou par toute autre cause, une brusque syncope, et par suite que les mouvements du cœur et de la respiration se sont suspendus, ce qui l'a empêché de faire des efforts pour respirer, et l'a soustrait, par conséquent, aux effets de la submersion. »