

leur tension partielle (P. Bert), l'addition d'oxygène n'est possible qu'en élevant la tension du mélange au-dessus d'une atmosphère. En comprimant un mélange de protoxyde d'azote et d'oxygène, de façon que le premier ait la tension d'une atmosphère, on peut, d'après les lois de la dissolution des gaz, en introduire autant que s'il était seul et non comprimé.

C'est là le problème qu'a résolu P. Bert¹. Ce savant a montré qu'un mélange de protoxyde d'azote et d'oxygène, dans lequel le protoxyde est comprimé à une atmosphère, et où la pression partielle de l'oxygène est la même que dans l'air (1/5 de la pression barométrique), réalise ces conditions. Il suffit de mélanger cinq volumes de protoxyde d'azote et un volume d'oxygène mesurés à la pression atmosphérique, puis d'accroître la pression du mélange de 1/5, soit quinze centimètres de mercure, et de le faire respirer, pour que *le sujet respire comme dans l'air pur, et s'anesthésie comme dans le protoxyde pur*.

L'inconvénient de cette méthode est que le sujet respire dans une atmosphère dont la pression est plus élevée que celle de l'air ambiant, il faut que la même pression s'exerce à l'extérieur du corps. Cette condition exige qu'on opère dans une chambre métallique dont l'air soit comprimé au même degré que le mélange anesthésique, c'est-à-dire à une pression totale de 0,92. Le chirurgien subit les effets de l'air comprimé : il ressent notamment un bourdonnement d'oreilles et une sensation plus ou moins pénible du côté du tympan, que des mouvements de déglutition font bientôt cesser (Martin).

USAGES. — 1° *Anesthésie chirurgicale*. Elle a été effectuée dans les conditions indiquées ci-dessus par L. Labbé et Péan (1879), puis par Perrier, Le Dentu et Deroubaix. En 1880 on avait déjà pratiqué plus de cent cinquante opérations². Les avantages de cette méthode sont : a) at-

1. P. Bert, *Académie des sciences*, 11 novembre 1878.

2. Raphaël Blanchard, *De l'anesthésie par le protoxyde d'azote*, thèse de Paris, 1880.

ténuation de la phase d'excitation qui est peu marquée ou même nulle ; b) anesthésie rapide (trois à quatre inspirations) ; c) le retour de la sensibilité, de la volonté et de l'intelligence est presque instantané quand on cesse les inhalations, parce que les éléments anatomiques n'ont subi qu'une atteinte très légère ; d) l'analgésie persiste souvent cinq à six minutes après le retour à l'intelligence, ce qui permet de pratiquer quelques opérations rapides sur la face (Péan) ; e) les dangers sont à peu près nuls, ainsi qu'en témoigne la pratique des dentistes, qui n'a jamais donné que deux cas de mort (Rottenstein).

2° En chirurgie dentaire, l'anesthésie s'effectue avec du gaz pur à la pression atmosphérique ; on a vu qu'il est impossible de prolonger l'anesthésie au delà de quelques secondes.

* ACIDE CARBONIQUE

L'acide carbonique ou anhydride carbonique, CO², est un gaz incolore, inodore, d'une saveur piquante et aigrelette, plus lourd que l'air (sa densité est 1,529) ; il est soluble dans son volume d'eau à la température et à la pression atmosphérique ordinaire. Ce gaz est liquéfiable et solidifiable par la compression et le refroidissement. Il est impropre à la combustion.

L'acide carbonique existe à l'état libre dans l'air atmosphérique, qui en contient de 2 à 3 dix-millièmes, un peu plus dans les lieux habités ; l'air du sol en contient davantage. Certaines cavités naturelles (grotte du chien, à Naples, estouffis d'Auvergne), en renferment une forte proportion. Toutes les eaux en tiennent en dissolution ; certaines eaux acidulées ou gazeuses en contiennent de très grandes quantités.

Importance physiologique. — L'acide carbonique existe à l'état libre dans les poumons et dans le tube digestif ; celui des poumons provient presque en totalité des décompositions chimiques qui s'effectuent dans les tissus et dans le sang. Une partie de ce gaz se dégage par la peau et par les muqueuses. L'air expiré en contient 4,3 pour 100. L'acide carbonique du tube digestif vient d'une part des décompositions de son contenu, d'autre part du sang. L'estomac en renferme 14 pour 100 ; l'intestin grêle de 25 à 40 pour 100 ; le gros intestin 43,50 à 70 ; le cæcum 12,50 ; le rectum 42,86 (Chevreul).

On peut extraire du sang artériel 38 pour 100 d'acide carbonique, et du sang veineux 48 pour 100. Le sang artériel lui-même contient plus d'acide carbonique que d'oxygène (18 de ce dernier). Dans le sang asphyxique, l'acide carbonique peut s'élever à 52 pour 100 et plus.

Cet acide se trouve : 1° dans le plasma, à l'état de combinaisons qui pa-

raissent être : a) carbonate de soude; b) bicarbonate de soude; c) phospho-carbonate de soude (la plus petite partie);

2° Dans les globules rouges où il est maintenu par l'hémoglobine. Le dixième de CO_2 du sang (Setschenow), peut-être plus encore (Gréhan et Quinquaud), serait ainsi combiné aux globules.

L'acide carbonique n'est pas seulement un déchet de l'organisme, il paraît être en outre un agent d'excitation nécessaire à plusieurs fonctions, en particulier à la respiration. Quand le sang est saturé d'oxygène, les mouvements respiratoires se ralentissent; quand, au contraire, l'acide carbonique est en excès dans le sang, il excite vivement le centre respiratoire, d'où résulte l'effort inspiratoire (dyspnée). Mais si l'excès est trop considérable, l'activité de ce centre est au contraire diminuée ou paralysée. Abstraction faite de cette dernière condition, l'acide carbonique, par l'excitation qu'il détermine sur le bulbe, est donc le véritable régulateur de la respiration. L'accélération des mouvements respiratoires, qui résulte de la présence d'un excès d'acide carbonique dans le sang, amène l'élimination de l'acide carbonique en excès, sans que les proportions d'oxygène contenues dans le sang varient d'une façon notable, en un mot sans que la moindre modification soit imprimée aux échanges interstitiels de l'organisme (Ch. Richet¹).

ACTION PHYSIOLOGIQUE. — Elle varie suivant que l'acide carbonique est mis en contact avec la peau, les muqueuses et les plaies, suivant qu'il est inspiré, ou qu'il est introduit dans le tube digestif.

Action locale. — Sur la *peau intacte*, CO_2 produit d'abord un léger picotement, puis une sensation de chaleur et de la rougeur; on observerait ensuite un certain degré d'anesthésie (Rotureau). Sur les *muqueuses*, ces effets se reproduisent, mais plus marqués; sur la muqueuse nasale ou la muqueuse oculaire, le premier contact est désagréable.

Brown-Sequard a montré que, si l'on fait arriver pendant quelques minutes, dans l'arrière-bouche, un courant rapide d'acide carbonique, on peut produire une anesthésie complète du larynx, et, si le jet du gaz est suffisant, une anesthésie générale. L'effet anesthésique manque, si le jet arrive sur la glotte après section des nerfs laryngés supérieurs; il ne se produit que d'un seul côté du corps, si un seul des nerfs a été sectionné. Il s'agit donc

1. Ch. Richet, Soc. biol., 14 mai 1887.

d'une action inhibitrice, indépendante de toute action générale, produite par l'action topique sur les extrémités du nerf laryngé supérieur et effectuée par l'intermédiaire de ce nerf.

L'acide carbonique favorise la cicatrisation des *plaies* (Demarquay et Leconte).

Un bain de CO_2 provoque une sécrétion abondante de sueur. La peau est capable d'absorber ce gaz, mais l'élimination pulmonaire suffit pour en empêcher l'accumulation dans le sang.

L'acide carbonique paralyse les mouvements des cils vibratiles. Son contact direct avec un muscle détermine la rigidité cadavérique.

Effets généraux. — *Inhalations.* — D'après les études de Friedländer et de Herter sur les lapins, les effets varient suivant la quantité inspirée.

1° Dans la proportion de 20 pour 100, CO_2 produit des phénomènes d'irritation; la respiration s'accélère par suite de l'excitation du centre respiratoire; la pression sanguine s'élève, en raison du rétrécissement d'un grand nombre d'artères périphériques, rétrécissement déterminé par l'irritation du centre constrictif vaso-moteur. Aucune action toxique ne s'observe au bout d'une heure.

2° Dans la proportion de 30 pour 100, les phénomènes d'excitation sont bientôt remplacés par un état d'affaiblissement (ralentissement et affaiblissement de la respiration, abaissement de la pression sanguine, suppression des mouvements volontaires et réflexes, abaissement de la température); la mort survient au bout de quelques heures.

3° Si la proportion de CO_2 est très élevée, l'oxygène faisant défaut, l'excitation ne dépasse pas quelques minutes, elle est suivie de phénomènes de paralysie volontaire et réflexe. La mort survient au bout d'une demi-heure.

Dans ces divers cas, les phénomènes que nous venons de signaler résultent à la fois de la présence en excès de CO_2 dans le sang et de l'insuffisance d'oxygène. Dans l'asphyxie aiguë (étranglement, par exemple), ou chro-

nique (respiration dans un air confiné), c'est surtout à l'insuffisance d'oxygène qu'il faut attribuer les phénomènes dits toxiques, ainsi que le prouve bien l'expérience suivante de Gréhant : on peut faire respirer une forte proportion de CO^2 à un animal, tout en évitant l'asphyxie, à condition que ce gaz ne soit pas substitué à l'oxygène, mais à l'azote¹. Ainsi la respiration d'un mélange titré à 45 pour 100 de CO^2 contenant 20,8 d'oxygène comme dans l'air ordinaire, et seulement 35,2 d'azote, suffit à entretenir la vie d'un lapin pendant plusieurs heures. En outre, ce mélange est anesthésique ; il produit au bout de deux minutes, chez le lapin, l'insensibilité de la cornée ; *l'anesthésie peut être maintenue pendant deux heures*. Le nombre des respirations s'abaisse à neuf par minute. Le sang contient la quantité normale d'oxygène, mais CO^2 augmente considérablement et oscille entre 80 et 90 pour 100 centimètres cubes de sang, soit : $\text{Az} = 1,5$. $\text{O} = 20$. $\text{CO}^2 = 87,3$. Au bout d'un temps assez long, la mort survient par arrêt de la respiration comme avec tous les anesthésiques.

II. *Ingestion d'acide carbonique en dissolution*. — Elle provoque dans la bouche une saveur acidulée piquante, et dans l'estomac une sensation de chaleur ; on pense que les sécrétions salivaires et gastriques sont exagérées. L'appétit est excité. Assez souvent on observe des éructations et du hoquet. On attribue à l'action anesthésiante de CO^2 la propriété qu'ont les boissons gazeuses de modérer les vomissements. Sous l'influence de CO^2 , les mouvements péristaltiques de l'intestin seraient accélérés ; l'élimination des urines est activée ; elles contiennent un excès de CO^2 . Quand l'ingestion de CO^2 est trop considérable, on observe du météorisme et une excitation analogue à l'ivresse qui, cependant, n'est pas admise par Nothnagel et Rossbach (voir Eaux gazeuses p. 313).

INDICATIONS. — 1° Campardon assure que les inhalations d'acide carbonique font décroître les quintes de

1. Gréhant, Soc. biol., 1887. — *Les Poisons de l'air*, 1890.

toux dans la *coqueluche*. Ces inhalations se font au moyen d'un siphon d'eau de Seltz dépourvu du tube qui plonge dans le liquide, et muni d'un tube en caoutchouc que le malade prend entre ses lèvres pour respirer le gaz ; CO^2 ferait disparaître la sensibilité exagérée de la glotte et diminuerait, par ce mécanisme, les quintes de la coqueluche ;

2° Les boissons gazeuses *simples* sont utiles dans la gravelle phosphatique ; CO^2 en excès dans l'urine aide à la dissolution des phosphates ; mais l'eau de Seltz doit être alors prescrite, à l'exclusion des jus de fruits acides (jus de citron en particulier) qui ont la propriété de rendre les urines alcalines ;

3° E. Weill¹ s'est fait le promoteur des inhalations d'acide carbonique pour combattre la dyspnée ; il leur a trouvé une action eupnéique instantanée, très nette et durable. Ces inhalations se pratiquent à l'aide du ballon Limousin, renfermant de l'acide carbonique au lieu d'oxygène. On peut aussi préparer extemporanément le gaz dans un flacon à l'aide du bicarbonate de soude (15 grammes), et de l'acide tartrique (12 grammes). Les séances d'inhalation se font en une ou deux fois par jour et durent de deux à cinq minutes, la quantité d'acide carbonique inhalée est de 2 à 4 litres.

Les résultats ont été favorables dans les dyspnées des tuberculeux. Suivant Lépine, les inhalations sont « peu utiles dans la dyspnée des cardiaques et dans la dyspnée urémique ». Le même auteur juge ainsi la méthode : « En résumé, l'inhalation d'acide carbonique, par le procédé de M. Weill, s'est montrée jusqu'à ce jour une pratique innocente et utile dans certains cas de dyspnée, surtout chez les tuberculeux. Son action sur la dyspnée et sur les quintes de toux se prolonge souvent plusieurs heures, et même plusieurs jours. Assurément, on ne saurait y compter d'une manière absolue, même chez les malades qui en ont déjà éprouvé le bienfait². »

1. E. Weill, Acad. des sc., 27 fév. 1888.

2. Lépine, *Semaine médicale*, 1888, p. 206.

4° L'acide carbonique a été conseillé en 1772 par Perceval, mais employé surtout en 1856 par Simpson, comme anesthésique local, ou plutôt comme analgésique. Il parut doué d'efficacité pour calmer les douleurs du cancer de l'utérus; il avait été proposé auparavant en injection vaginale pour combattre les douleurs utérines qui accompagnent la menstruation et les métrites.

5° L'acide carbonique a été employé par Demarquay pour le pansement des plaies; il atténuait la mauvaise odeur des ulcères cancéreux et en calmait les douleurs.

6° Les eaux chargées d'acide carbonique sont utiles dans la dyspepsie, mais à condition de n'être pas trop abondantes, car leur excès favoriserait la dilatation de l'estomac.

7° Lorsqu'il y a excès de sensibilité de l'estomac (gastralgie, vomissements), l'ingestion d'eau ou de boissons gazeuses est indiquée; leur acide carbonique agit alors comme anesthésique local.

8° Voir *Lavements gazeux*.

MODES D'ADMINISTRATION ET DOSES. — I. Usage externe.

— 1° Douche d'acide carbonique. On emploie le siphon d'eau de Seltz muni d'un tube en caoutchouc, comme il a été dit à propos de la coqueluche; le jet est dirigé sur la partie dont on veut calmer la douleur.

II. Usage interne. — 1° *Eau de Seltz artificielle*. — Elle se fabrique avec 20 grammes de bicarbonate de soude, et 18 grammes d'acide tartrique pour deux litres d'eau;

2° *Potion antivomitivie de Rivière* (Codex):

N° 1. Potion alcaline:

Bicarbonate de potasse.	2 grammes.
Eau distillée.	50 —
Sirop de sucre.	15 —

N° 2. Potion acide:

Acide citrique.	2 grammes.
Eau distillée.	50 —
Sirop de limon.	15 —

Pour boire, mêlez dans un verre une cuillerée de chacune de ces po-

tions, ou mieux encore donnez une cuillerée de la potion n° 1, et puis une autre de la potion n° 2.

3° *Poudre effervescente ou poudre gazogène acide*:

Bicarbonate de soude pulvérisé.	33 grammes.
Acide tartrique pulvérisé.	14 —
Sucre blanc.	200 —
Essence de citron,	2 gouttes.

Une cuillerée dans un verre d'eau.

4° *Soda-powders*:

a) Bicarbonate de soude (paquet bleu).	2 grammes.
b) Acide tartrique pulvérisé (paquet blanc).	1 à 3 décigrammes.

Faire dissoudre le paquet blanc dans un verre d'eau, ajoutez le paquet bleu.

Eaux MINÉRALES GAZEUSES OU ACIDULES. — Il n'existe pas, à proprement parler, d'eaux minérales ne contenant en dissolution que de l'acide carbonique. La plupart renferment une proportion plus ou moins élevée de bicarbonate de soude, de chaux et de magnésie; néanmoins, on considère avec raison, comme *eaux minérales gazeuses ou acidules* celles qui ne renferment qu'une quantité insignifiante de ces sels.

On admet que l'acide carbonique excite la sécrétion du suc gastrique, augmente l'appétit et favorise la digestion; il exciterait même les mouvements de l'estomac et de l'intestin. Une partie de ce gaz est éliminée (éruptions, gaz intestinaux) une plus faible partie est absorbée et provoque une certaine excitation (ivresse carbonique).

Les eaux carbo-gazeuses ont un effet diurétique qui serait dû, suivant Quincke, à ce que l'eau chargée de CO² est plus vite absorbée que l'eau ordinaire.

Les principales sont celles de:

Seltz (Nassau). — Bicarbonatée, chlorurée; 2,040 de chlorure de sodium; 1,52 de bicarbonate de soude.

L'eau de Seltz artificielle ne contient que de l'acide carbonique en dissolution sous pression. Quand le liquide n'est plus soumis qu'à la pression atmosphérique, une partie du gaz se dégage, si bien qu'il n'en reste bientôt qu'un volume égal à celui de l'eau.

Pougues (Nièvre). — Bicarbonatée mixte, 1,66 de bicarbonate de soude.

Condillac (Drôme). — Bicarbonatée calcique moyenne; carbonique forte; 1,35 de bicarbonate de chaux.

Saint-Galmier (Loire). — Bicarbonatée calcique, 1,02 de bicarbonate de chaux.

Sail-sous-Couzan. — Eau bicarbonatée mixte, très gazeuse, d'une saveur ferrugineuse faible.

Saint-Alban (Loire). — Ferrugineuse bicarbonatée.

Châteldon (Puy-de-Dôme). — Carbonatée sodique, 1,050 de bicarbonate alcalin.

Saint-Myon (Puy-de-Dôme). — Ferrugineuse bicarbonatée.

2. Anesthésie locale

On peut obtenir l'anesthésie locale par deux procédés : 1° à l'aide de substances, ayant des propriétés anesthésiantes spécifiques et dont la cocaïne est le type ; 2° en produisant la réfrigération des tissus.

I. Anesthésiques locaux proprement dits :

COCA ET COCAÏNE

On désigne sous le nom de *Coca* les feuilles de l'*Eurythroxylum coca* (Érythroxyllées), arbrisseau des régions chaudes de l'Amérique (Bolivie, Pérou, partie occidentale du Brésil). Ces feuilles sont entières, ovoïdes, à mince extrémité au niveau du pétiole, longues de 3 à 10 centimètres, larges de 12 à 45 millimètres. Elles ont une saveur amère, légèrement astringente.

Les feuilles de coca contiennent deux alcaloïdes : la *cocaïne* (Niemann), ou *érythroxyline* (Garneke), et l'*hygrine* (Wöhler et Lossen).

Les feuilles de coca sont employées depuis les temps les plus reculés par les Indiens de l'Amérique du Sud, qui lui attribuent des propriétés extraordinaires. Elles ont la réputation de tromper la faim du voyageur et de lui donner l'énergie pour exécuter les plus longues marches malgré une alimentation insuffisante ; elles passent encore pour relever les forces et pour être aphrodisiaques. Pour obtenir ces effets, les Indiens mâchent les feuilles de coca mêlées avec de la chaux.

La *cocaïne* ou *érythroxyline*, $C^{17}H^{21}AzO^4$, se présente sous l'aspect de prismes incolores, inodores, solubles dans 704 parties d'eau seulement, solubles dans l'alcool, dans l'éther, les huiles et la vaseline. Les feuilles fraîches de coca en contiennent de 7 à 8 pour 100. On emploie le chlorhydrate et le sulfate de cocaïne, beaucoup plus solubles.

Le chlorhydrate de cocaïne a l'aspect d'une poudre blanche amorphe, bien qu'il soit constitué par de fines aiguilles blanches. Il est soluble dans 3 parties d'eau et en toute proportion dans l'alcool. Il existe encore dans la coca 5 pour 1000 d'une cocaïne amorphe et neutre, absolument inactive, et 2 pour 1000 d'une cocaïne liquide douée de propriétés toxiques et convulsivantes, mais non anesthésiques¹.

L'action analgésique de la coca est connue depuis fort longtemps ; tous

5. Laborde et Duquesnel, Soc. biol., 1884 et 1885.

les auteurs qui en ont mâché les feuilles décrivent une sorte d'insensibilisation de la langue. Fauvel utilisa même cette propriété en 1869, dans les affections douloureuses du larynx. Saglia, en 1877, insista sur l'application de ce médicament dans les affections douloureuses du pharynx. Du Cazal rappelait, en 1881, à la Société médicale des hôpitaux, « que la teinture de coca est un excellent médicament pour obtenir l'anesthésie du pharynx et qu'il suffit de badigeonner la muqueuse pour obtenir l'anesthésie de cet organe. » Laborde et Coupard (1881), Gougenheim (1882), constatent aussi cette action anesthésique. Malgré ces documents, l'anesthésie cocaïnique est restée d'une application exceptionnelle jusqu'en 1884, époque à laquelle K. Koller (de Vienne) mentionna les effets de la cocaïne sur la cornée et la muqueuse oculaire, bientôt confirmés par v. Reuss, A. Trouseau, Panas, Terrier, etc.

ACTION PHYSIOLOGIQUE. — Coca. — D'après les recherches de Gazeau¹, les feuilles de coca, mâchées, produisent une diminution de la sécrétion salivaire avec sécheresse de la bouche, diminution de la sensibilité des muqueuses de la bouche, du pharynx et de l'estomac, et l'atténuation de la cessation de faim ; elles produiraient aussi une accélération de la digestion et une augmentation des urines. Aux doses de 10 à 20 grammes, les selles sont facilitées. Dans une expérience de quinze jours, divisée en deux périodes d'une semaine, pendant laquelle Gazeau suivit un régime identique, sauf que, pendant la deuxième semaine, il prit chaque jour 18 grammes de coca, il fut constaté dans la seconde période : 1° une augmentation de l'urée de 11 pour 100 ; 2° une perte de poids de 1 kilogramme.

Avec 20 grammes de coca, dans une seconde expérience, l'urée a augmenté de 16 pour 100, et la température s'est élevée de 0°,32. Gazeau ayant diminué son alimentation de la sixième partie environ, la coca a encore produit une augmentation du chiffre de l'urée, sur celui observé pendant la diète sans coca. Sous l'influence de 20 grammes de coca, la circulation et la respiration s'accélérent.

Ces résultats ont été confirmés par Espinosa. Ce dernier qui a expérimenté de plus hautes doses, 12 à 24

1. Gazeau, thèse de Paris, 1870.