

(de l'épine-vinette par exemple) (1). Dans une autre série de leçons, nous avons déjà montré que les cils vibratiles, dont les mouvements jouissent d'une immunité complète en ce qui concerne les diverses matières toxiques, sont cependant arrêtés par les anesthésiques. Nous avons insisté sur ce fait, qu'ici encore il ne s'agit que d'une simple suspension qui n'altère aucunement l'organe, car ces mouvements recommencent aussitôt que l'influence anesthésique a disparu (2).

Nos études sur les anesthésiques devront être surtout théoriques et nous conduire à l'explication de l'application pratique et empirique qu'on en fait à l'homme. C'est pourquoi nous considérerons en même temps l'emploi des anesthésiques chez les animaux dans les expériences physiologiques.

Avant d'étudier les effets et la théorie physiologique de l'action des anesthésiques, il faut d'abord exposer la manière dont on les emploie, les procédés et les appareils à l'aide desquels on soumet les animaux à leur influence.

Pour la pratique expérimentale, la technique des expériences physiologiques, il ne suffit pas, même en se plaçant au point de vue le plus étroit, de savoir appliquer les agents anesthésiques aux animaux, il faut encore savoir comprendre et pouvoir expliquer les expériences qu'on fait ainsi.

L'étude des propriétés physiologiques diverses des

(1) Voy. Gr.-W. Clemens, *Untersuchungen über die Wirkung des Aethers und Chloroforms auf Menschen, Thiere und Pflanzen*. Bern, 1850.

(2) Voy. Bernard, *Leçons sur les propriétés des tissus vivants. Cours de physiologie générale de la Faculté des sciences de Paris*, 1866, p. 149.

agents anesthésiques ou contentifs est bien plus importante encore, à notre point de vue, et surtout plus difficile que celle du mode d'application de ces agents.

L'éther et le chloroforme ont été appliqués, soit par les vétérinaires, soit par les physiologistes, à presque tous les animaux. On les a employés d'abord pour les grands animaux, chevaux, bœufs, moutons, etc., mais surtout pour le cheval. Quant aux bœufs et aux moutons, on ne les soumet pas à l'action du chloroforme ou de l'éther quand ils doivent subir des opérations douloureuses. Les vétérinaires l'avaient bien essayé d'abord, mais ils y ont renoncé très-vite, d'une façon absolue, et cela par suite d'une circonstance tout à fait extra-scientifique : la chair des animaux anesthésiés par l'éther ou le chloroforme conservait toujours un goût insupportable, qui empêchait de la vendre comme viande de boucherie, si l'animal venait à mourir pendant l'opération ; c'était donc une perte sèche.

Pour les chevaux, comme on ne pouvait pas de toute façon tirer parti de leur viande autrement que chez l'équarisseur, la même raison n'existait pas, et l'on continua à les anesthésier. Mais aujourd'hui l'usage de la viande de cheval a repris faveur ; il se répand de plus en plus dans l'alimentation des classes pauvres, et, si ces progrès se développent assez, il pourrait bien se faire qu'on cesse aussi d'anesthésier les chevaux, comme les bœufs et les moutons, avant de les opérer, afin de ne pas risquer de perdre même le prix de leur viande, en cas d'accident.

Quant à présent, on anesthésie encore les chevaux, et voici comment on procède pour cela : On prend deux pe-

tites éponges qu'on imbibe d'éther et qu'on introduit dans les narines de l'animal.

C'est toujours de l'éther qu'il faut employer pour procéder ainsi, et non du chloroforme, quoique les propriétés anesthésiques de ce dernier corps soient beaucoup plus énergiques ; circonstance qui mérite d'attirer l'attention quand on opère sur un gros animal. Mais le chloroforme a une action caustique très-énergique ; si on le substituait à l'éther pour imbiber les éponges introduites dans les narines, il irriterait beaucoup l'animal, qui est très-sensible dans cet endroit. Sans parler des inconvénients directs de cette action caustique, il y aurait là un obstacle réel à la production facile de l'anesthésie.

Les éponges imbibées d'éther, une fois placées dans les narines de l'animal, on comprend très-bien comment l'anesthésie se produit. L'éther est un liquide très-volatil, même à la température ordinaire ; dispersé par son imbibition sur l'éponge, et baigné dans les narines par le courant d'air expiré des poumons, — air dont la température est à peu près celle de l'ébullition de l'éther (ce corps bout un peu au-dessous de 36 degrés), — il se volatilise bien plus vite encore. Ses vapeurs pénètrent dans les poumons avec le courant d'air inspiré ; elles arrivent ainsi en contact avec le sang, qui les dissout et les conduit au point de l'organisme où se produit l'action anesthésique.

L'inhalation des vapeurs d'éther, par ce procédé, s'exécute d'autant plus commodément chez le cheval, que cet animal présente une particularité anatomique qui la facilite beaucoup. Chez l'homme et la plupart des mammifères,

il y a une communication entre la bouche et le larynx qui leur permet de respirer par la bouche en même temps que par les narines. Le cheval ne peut respirer que par les narines (1).

Grâce à cette disposition anatomique, l'air atmosphérique ne peut pénétrer dans les poumons qu'en traversant les éponges imbibées d'éther, et en se chargeant ainsi d'une forte quantité de vapeurs anesthésiques.

Si l'on voulait éthériser des bœufs ou des moutons, comme ils ne présentent pas la même particularité anatomique que le cheval, et peuvent très-bien respirer par la bouche, il ne suffirait plus d'introduire dans les narines des éponges imbibées d'éther. En effet, une grande partie de l'air qui arriverait dans les poumons aurait passé par la bouche, sans traverser par conséquent les éponges éthérées. Il en résulterait que l'éther ne pénétrerait pas assez vite dans les poumons en quantité suffisante pour produire une anesthésie rapide et complète. Il est facile d'éviter cet inconvénient, soit en serrant le museau de l'animal avec une corde ou une sorte de muselière, pour l'empêcher d'ouvrir la bouche et de respirer par cette voie, soit en plaçant le museau tout entier dans un appareil analogue à celui que nous allons indiquer pour les chiens, et disposé de manière que l'air qui entre par la bouche, comme celui qui entre par les narines, ait également traversé l'éther ou le chloroforme et se soit chargé de vapeurs anesthésiques.

L'animal que nous employons surtout dans nos expé-

(1) Voy. Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, t. I, 3^e leçon, p. 38.

riences est le chien; c'est donc de lui qu'il faut principalement nous occuper au point de vue des anesthésiques. Le chien, comme l'homme, est beaucoup plus sensible à l'action du chloroforme qu'à celle de l'éther; aussi emploie-t-on presque toujours le chloroforme dans la physiologie opératoire de même que dans la chirurgie humaine.

Dans la pratique chirurgicale, l'emploi de l'anesthésie entraîna bientôt quelques accidents mortels. Ces accidents se produisirent d'abord avec le chloroforme, qui s'était substitué très-vite presque partout à l'éther, grâce aux travaux de Flourens et de Simpson. Ils se multiplièrent assez pour montrer qu'on ne pourrait jamais les éviter absolument. Aussi un certain nombre de chirurgiens proposèrent-ils d'abandonner le chloroforme pour revenir à l'éther, dont l'usage paraissait moins à craindre. Aujourd'hui encore, les chirurgiens de Lyon emploient préférablement l'éther. On croyait le chloroforme plus dangereux que l'éther parce qu'il était plus actif; mais, en réalité, la fréquence relative des accidents par le chloroforme tenait peut-être tout simplement à ce que c'était cet agent anesthésique qu'on employait dans l'immense majorité des cas. Plusieurs discussions ont été provoquées par les partisans de l'éther, surtout par les représentants de l'école de Lyon, et il a été constaté que l'éther, lui aussi, avait produit un certain nombre d'accidents mortels (1).

(1) « On reprochait encore au nouvel agent (éther) de procurer aux malades une loquacité surprenante et qui parfois étonnait les assistants par son immoralité ou ses révélations. Des gens sérieux certifièrent même que ce philtre pouvait occasionner des rêves érotiques chez les jeunes personnes. » Voy. Al. Lacassagne, *Des phénomènes psychologiques, avant, pendant et après l'anesthésie provoquée* (Mém. de l'Acad. de méd., 1869, t. XXXIX, p. 42).

Les deux agents anesthésiques usités peuvent donc, l'un comme l'autre, entraîner quelques risques de mort, et la chirurgie humaine a conservé presque partout le chloroforme, dont l'action est plus rapide et plus complète.

En physiologie opératoire, c'est presque toujours aussi le chloroforme qu'on emploie pour anesthésier les chiens. D'ailleurs ces animaux sont assez difficiles à anesthésier, et avec l'éther il faudrait longtemps pour y parvenir d'une manière complète, tandis qu'on obtient le même résultat beaucoup plus vite avec le chloroforme, en forçant un peu la dose au besoin. Il est vrai qu'il se produit quelquefois des accidents; mais il n'y a jamais à craindre, en définitive, que la perte d'un animal, et ces accidents sont rares lorsqu'on prend les précautions convenables. On le comprendra mieux lorsque nous étudierons le mécanisme de la mort qui peut se produire sous l'influence des anesthésiques.

On employait autrefois, pour anesthésier les malades, un appareil relativement compliqué (fig. 1). Il se composait d'une boîte ou flacon dans lequel était renfermé le chloroforme, avec une disposition convenable pour activer son évaporation; de cette boîte partait un tube de caoutchouc aboutissant au milieu d'un masque qu'on appliquait sur la bouche, de telle sorte que les vapeurs du chloroforme se trouvaient ainsi conduites du flacon jusqu'à l'entrée de la bouche. Aujourd'hui on se contente tout simplement de compresses imbibées de chloroforme qu'on place sous le nez et devant la bouche, et qu'on renouvelle au fur et à mesure qu'elles se dessèchent par suite de l'évaporation du chloroforme.

L'appareil qu'on avait imaginé pour l'usage de la chirurgie humaine a servi de modèle à des appareils analogues pour les chiens. Mais aujourd'hui, nous employons tout simplement une muselière dont les parois de cuir plein garnissent tout le tour du museau. Cette muselière se termine en avant par un cylindre ouvert dans lequel

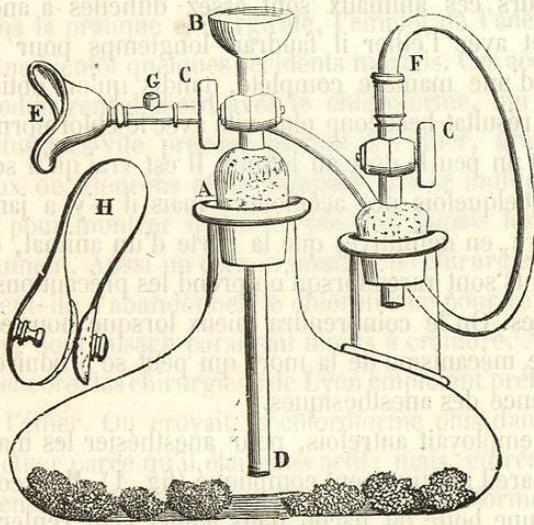


FIG. 1. — Appareil à éther, primitif, composé d'un flacon à deux tubulures (1).

on place une boîte circulaire grillagée, contenant une éponge imbibée de chloroforme. Lorsque l'anesthésie a été poussée suffisamment loin et qu'on veut l'arrêter, il suffit d'enlever la boîte à chloroforme, sans toucher à la

(1) A, bouchon dans lequel est fixé le tube D dans lequel on verse l'éther par l'entonnoir B. — C, C, robinets des deux tubes D, qui servent, l'un à empêcher l'éther de s'évaporer, l'autre, F, pour conduire l'éther qui est aspiré par l'embouchure E. — Soupape d'expiration G. — H, pince-nez pour empêcher le malade de respirer par les fosses nasales.

muselière, qui reste en place, et, quand on veut faire agir de nouveau l'anesthésique, on n'a qu'à glisser de nouveau la boîte dans sa gaine.

Voici un chien auquel on adapte cette muselière avec sa boîte à chloroforme. Vous voyez que, pendant les premiers moments de l'expérience, le chien manifeste de l'agitation, il gémit et fait des soubresauts assez violents. Nous avons montré que cela tient à ce que le chloroforme irrite les muqueuses des lèvres et des fosses nasales où aboutissent des fibres nerveuses sensibles nombreuses et délicates. M. P. Bert a également vu que l'agitation qui se manifeste au commencement de l'action du chloroforme tient bien à cette cause accidentelle (1). Pour le prouver, on pratique la trachéotomie, et, au lieu de diriger les vapeurs de chloroforme dans la bouche ou dans le nez, on les fait pénétrer directement dans la trachée par l'ouverture artificielle qu'elle a subie. Alors, les membranes muqueuses buccale et nasale ne sont plus exposées à l'action irritante du chloroforme, et, quant à celle de la trachée, elle est insensible à cet agent. Dans ces conditions, l'anesthésie arrive sans que l'animal ait manifesté l'agitation si remarquable que nous avons observée tout à l'heure.

Chez un chien soumis aux inhalations de chloroforme, l'anesthésie se produit au bout de huit à quinze minutes. D'après nos observations sur les animaux et d'après les observations faites par les chirurgiens sur l'homme, il y aurait avantage à donner tout de suite une très-forte dose (2). Vous voyez que le chien sur lequel nous opé-

(1) P. Bert, *Journal de l'anat. et de la physiol.*, année 1867.

(2) Dans ces circonstances on observe que le chloroforme annihile la mé-

rons est tombé dans un état d'insensibilité complète, la résolution des muscles est parfaite, les membres cèdent à toutes les impulsions.

Le chat et surtout le lapin sont bien plus sensibles que le chien à l'action du chloroforme, et l'on ne pourrait pas, sans danger de mort, les laisser exposés à cette action à beaucoup près aussi longtemps que nous venons d'y sou-

moire au moment même où il est respiré, et pendant le temps qui précède, en apparence, la suspension des actes de l'intelligence et de la conscience. M. C. Sédillot a rapporté plusieurs observations de ce genre, parmi lesquelles nous lui emprunterons une des plus remarquables :

« Une jeune fille de treize ans et demi, atteinte de polypes nasaux, est excessivement craintive, nerveuse et irritable; elle ne se déciderait jamais à supporter une opération. Je promets cependant de l'opérer sans qu'elle en ait le moindre souvenir ni le moindre soupçon. — L'extraction des polypes est fixée au lendemain matin, et je recommande de faire coucher la malade de manière à ce qu'on puisse entrer dans sa chambre et s'approcher de son lit à son insu. Deux sœurs de la maison de santé où elle est descendue, placées à ses côtés, l'occuperont en lui montrant des gravures et aideront ensuite à la maintenir. — Les choses se passent exactement, le lendemain, d'après ce programme. — Lorsque tout est prêt, la personne chargée d'administrer le chloroforme entre sans bruit dans la chambre, s'avance près du lit, et couvre vivement le visage de la jeune personne d'un mouchoir imbibé de chloroforme. Après quelques efforts de résistance, l'anesthésie se produit, la résolution musculaire a lieu; on m'appelle et, pendant un quart d'heure environ, je cherche et j'enlève une foule de polypes muqueux contenus dans toute la longueur des narines. — L'hémorrhagie, arrêtée par quelques lotions d'eau froide, on change les draps tachés de sang, on essuie avec soin les mains et la figure, on recouche la malade dans la position qu'elle occupait, on place les gravures près d'elle, et les sœurs restent autour du lit, en attendant son réveil. — Après un sommeil assez long, la jeune fille revient à elle, ouvre les yeux, garde quelques minutes une certaine hésitation, puis reprend ses gravures et rentre en possession de sa conscience et de son activité, sans se douter de ce qui vient de se passer. Elle s'étonne de moucher du sang et d'éprouver un peu de douleur, mais elle ne soupçonne pas l'opération qu'elle a subie, n'y croirait pas si on la lui affirmait, et retourne chez elle quelques jours plus tard, pour y continuer les injections dessiccatives, qui lui ont été prescrites et qu'elle s'imagine être la cause de sa guérison. »

mettre ce chien. La sensibilité des lapins au chloroforme permet de les anesthésier par un procédé extrêmement simple. On se contente de les placer sous une cloche, ou dans un vase quelconque, facile à clore, de manière à former une atmosphère confinée : on y met en même temps de petites éponges ou même des morceaux de papier imbibés de chloroforme. Quand on voit l'animal tomber, on enlève la cloche, et l'insensibilité persiste assez longtemps pour qu'on puisse faire les vivisections nécessaires dans la plupart des cas. Au besoin, on continue l'action plus longtemps, ou on la renouvelle avant que ses effets aient complètement disparu.

Le rat est encore plus sensible que le lapin à l'action du chloroforme. On emploie le même procédé pour l'anesthésier.

Enfin, chez les oiseaux, l'anesthésie arrive avec une rapidité extrêmement grande, et il suffit, pour la produire, d'une très-petite quantité de chloroforme; il faut même agir avec beaucoup de précaution pour ne pas exagérer la dose et tuer l'animal. Mais, par contre, cette anesthésie se dissipe aussi fort vite. En général, plus un animal est prompt à ressentir les effets du chloroforme, plus il est prompt aussi à en sortir.

C'est que, en dehors de la susceptibilité plus ou moins grande que le système nerveux de tel ou tel animal présente relativement à l'action des anesthésiques, il faut encore tenir compte, pour expliquer l'action plus ou moins rapide de ces agents, de l'activité de la circulation et de la respiration des divers animaux. Nous verrons bientôt que les anesthésiques sont portés par le sang vers les centres

nerveux : plus la circulation est rapide, plus promptement ces centres sont atteints par les anesthésiques ; mais plus promptement aussi en sont-ils débarrassés par le courant circulatoire et par l'exhalation pulmonaire. Les oiseaux sont, de tous les animaux, ceux qui présentent la plus grande activité dans les actes fonctionnels : ce sont eux qui succombent le plus rapidement à l'asphyxie ; ce sont eux aussi qui cèdent le plus rapidement à l'action des anesthésiques et qui, lorsqu'on cesse l'administration de ces agents, les éliminent le plus rapidement par la surface pulmonaire.

La perte de la sensibilité sous l'influence du chloroforme suit une marche que nous étudierons plus tard. Mais nous pouvons indiquer, comme signe pratique pour reconnaître l'anesthésie, que, de tous les organes, c'est la conjonctive qui conserve la dernière sa sensibilité ; les parties qui la perdent immédiatement avant la conjonctive sont celles où se distribuent les nerfs de la cinquième paire. Quand la sensibilité reparaît, elle suit un ordre inverse, c'est-à-dire que c'est la conjonctive qui la recouvre la première.

Quant aux grenouilles, elles se prêtent si facilement à toutes les opérations physiologiques, qu'on a rarement besoin de les anesthésier. Cependant cela peut arriver. Il est facile de leur appliquer le procédé que nous venons d'employer pour les lapins, les rats, les oiseaux, c'est-à-dire de les exposer sous une cloche aux vapeurs de chloroforme. Mais comme ces animaux sont petits et sensibles à l'anesthésie, l'action marche très-vite, et il est difficile de l'arrêter à temps. En employant ce procédé, on tue presque toujours les grenouilles. Les grenouilles qui pé-

rissent ainsi présentent une rigidité très-grande de tous leurs membres, qui est fort remarquable et qu'on a étudiée sous le nom de *rigidité chloroformique*.

Pour anesthésier les grenouilles sans les tuer, quand il faut seulement les conserver quelque temps immobiles, j'ai recours à un autre moyen. Au lieu de les exposer aux vapeurs du chloroforme lui-même, j'emploie une solution de l'agent anesthésique dans l'eau. Cette solution saturée peut encore être allongée d'eau pure en proportions diverses, suivant les exigences de chaque cas ; c'est ainsi que la solution avec laquelle nous allons opérer a été mélangée d'un égal volume d'eau pure.

Le liquide ainsi préparé, on se borne à y jeter les grenouilles, qui sont ainsi complètement enveloppées par l'influence anesthésique et qui l'absorbent de toutes parts. On les retire quand on voit leurs membres s'arrêter et devenir immobiles.

Au lieu de les jeter dans l'eau anesthésique, on peut aussi en injecter une certaine quantité sous la peau.

Voici quelques expériences qui vous indiqueront la durée de l'anesthésie chez la grenouille, suivant le procédé employé :

I. ANESTHÉSIE PAR INJECTION SOUS-CUTANÉE D'ÉTHER OU DE CHLOROFORME.

1° *Chloroforme*. — Une grenouille rousse reçoit sous la peau du dos un centimètre cube de solution saturée de chloroforme ($\frac{1}{100}$). L'anesthésie arrive au bout de cinq minutes ; elle dure une heure cinquante-cinq minutes, et le retour complet à l'état normal se produit au bout de deux heures cinq minutes.

2° Une grenouille rousse reçoit sous la peau du dos 2 centimètres cubes de solution d'éther au vingtième ($\frac{50}{1000}$). L'anesthésie arrive au bout de dix minutes et dure trente minutes ; le retour complet à l'état normal a lieu après trente-cinq minutes.

II. Anesthésie PAR IMMERSION.

1° Une grenouille rousse est plongée dans une solution saturée de chloroforme étendue de son propre volume d'eau ($\frac{4}{200}$ ou $\frac{5}{1000}$). L'anesthésie et la résolution se produisent au bout de trois minutes ; elles durent une heure quinze minutes.

2° Une grenouille rousse est plongée dans une solution d'éther au vingtième ($\frac{50}{1000}$). L'anesthésie et la résolution arrivent après deux minutes ; elles durent une heure.

En résumé, nous employons trois procédés pour administrer les agents anesthésiques :

1° L'*inhalation* de vapeurs de chloroforme ou d'éther. — C'est le procédé en usage pour l'homme dans la chirurgie. Nous l'avons employé pour le chien, en nous servant d'une muselière munie d'une boîte à chloroforme. C'est encore à lui que nous avons eu recours pour les lapins, les rats, les oiseaux, en les plaçant sous une cloche ou dans un vase formant une atmosphère confinée où nous faisons dégager des vapeurs de chloroforme ou d'éther. On pourrait procéder de même pour les chiens, mais ce serait fort peu commode, parce que la taille de l'animal exigerait des vases ou des cloches de verre très-grandes et très-solides. Ce procédé consiste toujours à faire arriver les vapeurs d'éther ou de chloroforme dans les poumons, soit qu'on

les y conduise directement, soit qu'on les répande en quantité suffisante dans l'atmosphère que respire l'animal. C'est donc par les poumons que l'anesthésique est absorbé.

2° L'*immersion* dans l'eau contenant du chloroforme ou de l'éther en dissolution. — Nous avons employé ce moyen pour les grenouilles et les salamandres ou tritons ; il pourrait également s'appliquer aux poissons et en général aux animaux à respiration aquatique ; leurs branchies et peut-être même leur peau absorberaient l'agent anesthésique. Les grenouilles adultes respirent par des poumons et non par des branchies ; elles peuvent être anesthésiées par l'absorption cutanée, parce que la peau, chez ces animaux, est, comme on le sait, une véritable surface respiratoire.

3° Au procédé par immersion se rattache l'*injection sous-cutanée* d'une solution de chloroforme ou d'éther dans l'eau. C'est aussi sur les grenouilles que nous avons employé ce procédé ; il réussit sur ces animaux, et l'agent anesthésique peut s'introduire par le tissu cellulaire sous-cutané, comme par la peau dans l'anesthésie par immersion.

Chez d'autres animaux, tels que les mammifères, ce procédé ne réussit pas. L'injection sous la peau d'une solution de chloroforme ou d'éther ne produit pas du tout l'anesthésie. En voici la raison :

Pour qu'une substance quelconque agisse sur l'organisme, il faut qu'elle pénètre dans le sang, et il ne suffit même pas qu'elle entre dans le sang veineux, il faut qu'elle arrive dans le sang artériel, comme nous le montrerons plus tard. C'est là une condition absolument in-