

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE LYON



Année 1900

(NOUVELLE SÉRIE)

TOME QUARANTE-SEPTIÈME

LYON

H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR

36, PASSAGE DE L'HOTEL-DIEU

MÊME MAISON A GENÈVE ET A BALE

PARIS

J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, ÉDITEURS

19, RUE HAUTEFEUILLE

1901

ACTION DE L'OXYDE DE CARBONE

Sur les Invertébrés à sang rouge

PAR

M. RAPHAËL DUBOIS

Présenté à la Société Linnéenne de Lyon



Dans une note intitulée : *Contribution à l'étude de l'intoxication oxycarbonée*, *Mémoires de la Société de biologie*, p. 1 1889. M. G. Linossier a rendu compte des résultats qu'il a obtenus en mettant en présence de l'oxyde de carbone des animaux à sang froid (grenouille et escargots), il a tiré de ses expériences les conclusions suivantes :

1° L'oxyde de carbone possède très vraisemblablement sur les animaux à sang froid une action toxique ;

2° Cette action toxique est certainement assez faible.

J'ai moi-même, il y a quelques années, fait un certain nombre d'expériences sur les invertébrés, mais à sang rouge et renfermant de l'hémoglobine, pour savoir si ce corps était indispensable à leur existence, et voici les résultats que j'ai obtenus :

Dans une première série, les expériences ont porté sur des naïs, annélides oligochètes communes dans les ruisseaux vaseux.

1^{re} *expérience*. — Des naïs ont été placés dans un flacon contenant une couche de 7 à 8 centimètres de hauteur et dans lequel on a fait passer un courant d'oxyde de carbone pendant une heure. Les animaux ont été laissés dans le flacon jusqu'au lendemain matin (environ quinze heures). A ce moment, ils ont été trouvés inertes. On les a placés dans un autre vase avec de l'eau aérée où ils sont restés pendant huit heures environ sans retrouver l'activité : ils étaient morts. C'est alors qu'on les a soumis à l'examen spectroscopique.

A. L'un de ces animaux [a été examiné au micro-spectroscope

comparativement avec du sang de cheval. Les deux raies du spectre fournies par les naïs coïncidaient avec les deux raies du spectre de l'hémoglobine normale fournie par le sang de cheval, il n'y avait donc pas eu absorption d'oxyde de carbone.

B. Les naïs ont été broyés avec de l'eau distillée et le liquide coloré en rouge résultant de cette opération a été examiné au spectroscope. On constate dans le jaune vert du spectre les deux bandes de l'hémoglobine, qui, par addition de sulfhydrate d'ammoniaque disparaissent et font place à une raie unique, plus large et diffuse de l'hémoglobine réduite : donc, il n'y avait pas d'oxyde de carbone dans le sang des naïs.

2^e expérience. — On met les naïs dans un flacon dans lequel circule un courant d'air et un courant d'oxyde de carbone d'intensité égale, autant que possible. Les naïs sont immergés dans une couche d'eau. Au bout d'une demi-heure, le double courant gazeux est suspendu, les tubes d'arrivée et de sortie sont fermés pour maintenir dans le flacon une atmosphère d'oxyde de carbone et d'air mélangés. Les animaux sont laissés en l'état pendant vingt heures. Au bout de ce temps, on les retrouve vivants, on les broie, et le liquide obtenu examiné au spectroscope donne par le sulfhydrate d'ammoniaque la réduction de l'hémoglobine, il ne renferme donc pas d'oxyde de carbone.

3^e expérience. — Les naïs sont soumis à un courant mixte d'oxyde de carbone et d'air pendant un quart d'heure, puis laissés dans l'atmosphère mixte fermée pendant vingt heures. Cette fois, ils sont presque à sec, et mouillés seulement d'une faible couche d'eau qui ne suffit pas à les recouvrir entièrement, de façon à empêcher leur dessèchement.

Au bout de vingt heures, ils s'agitent comme au début de l'expérience. On les broie, et dans le liquide, après filtration, on reconnaît que l'hémoglobine n'est pas oxycarbonée.

4^e expérience. — On place les naïs sous une couche d'eau de plusieurs centimètres de hauteur dans un appareil à compression. On remplit l'appareil d'oxygène à la pression atmosphérique, après avoir chassé l'air, puis on y comprime de l'oxyde de carbone jusqu'à obtenir une pression totale de 5 atmosphères.

Les naïs sont laissés pendant vingt heures dans ces conditions. Quand on les retire, les animaux paraissent d'abord un peu

engourdis, mais ils reprennent bien vite leur vivacité; ils sont broyés et le liquide est filtré.

Le liquide examiné au spectroscope offre la réduction de l'hémoglobine sous l'influence du sulfhydrate d'ammoniaque, donc absence d'oxyde de carbone.

5^e expérience. Des naïs sont placés, d'une part, dans un flacon contenant de l'eau; d'autre part, dans un flacon simplement humide et soumis dans l'appareil à pression à une atmosphère gazeuse dans laquelle l'oxygène entre pour une pression de 1 atmosphère et l'oxyde de carbone pour une pression de 4 atmosphères, en totalité 5 atmosphères.

Deux jours après, les animaux s'agitent encore, mais ils meurent au bout de quatre jours. Les liquides provenant du broiement des deux catégories ne renferme pas d'hémoglobine oxycarbonée.

6^e expérience. — On a enfermé des naïs à sec et en présence de l'eau dans l'oxyde de carbone sans pression.

Trois jours après, ces derniers vivaient encore dans les deux flacons et leur hémoglobine était réduite par le sulfhydrate d'ammoniaque.

7^e expérience. — Des naïs ont été enfermés dans l'appareil à compression sous 5 atmosphères d'oxyde de carbone : un lot de ces animaux était à sec, l'autre immergé dans l'eau. Trois jours après, on les retire : les naïs comprimés sous l'eau sont morts et décolorés, leur hémoglobine ayant passé dans le liquide ambiant. Ce liquide n'a pu être examiné étant trop peu coloré.

Les naïs comprimés à sec sont parfaitement vivants : après le broiement, le liquide semble renfermer un peu d'hémoglobine oxycarbonée, mais on ne peut l'affirmer.

8^e expérience. — Le liquide provenant du broiement de naïs frais est soumis à un courant d'oxyde de carbone pendant cinq minutes et divisé en trois portions :

1^o Une portion est de suite examinée au spectroscope : l'addition de sulfhydrate d'ammoniaque ne fait pas disparaître les deux bandes; l'hémoglobine est donc oxycarbonée.

2^o Une autre portion est laissée deux heures au contact de l'air et agitée à plusieurs reprises, puis examinée au spectroscope : les deux raies persistent malgré l'addition de sulfhydrate d'ammoniaque. La combinaison d'hémoglobine et d'oxyde de carbone est

donc bien stable et n'a pu se détruire dans le cours de nos expériences par le broiement et la filtration des liquides.

Cette expérience a été répétée et a donné ces mêmes résultats :

Ces expériences montrent que pendant la vie et même après leur mort, les naïs ne fixent pas d'oxyde de carbone, bien que leur sang isolé puisse former une hémoglobine oxycarbonée aussi stable que l'hémoglobine des vertébrés. L'insolubilité dans l'eau de l'oxyde de carbone paraît être la cause de cette immunité, car l'acide carbonique dans les mêmes conditions est actif, comme le montrent les expériences qui suivent. Les expériences faites sur les naïs hors de l'eau ne s'opposent pas à cette interprétation, car les parties où se fait l'hématose sont toujours mouillées. Cependant, on pourrait en dire autant des poumons des mammifères.

Ce qu'il y a de certain, c'est que l'oxyde de carbone ne pénètre pas dans le sang des naïs dans les conditions où nous nous sommes placés. Nous avons plutôt pour objectif, en faisant ces recherches, de voir si l'hémoglobine était indispensable à la vie des animaux invertébrés qui en possèdent, ou si cela était un perfectionnement fonctionnel, mais non une condition fondamentale d'existence. Il est assez curieux, en effet, de constater que ces annélides peuvent vivre dans des milieux vaseux d'où se dégagent souvent des gaz toxiques en abondance.

Incidentement, nous avons recherché si un gaz soluble comme l'acide carbonique serait plus actif que l'oxyde de carbone.

9^e expérience. — On met des naïs dans un flacon sans eau, d'une part, et, d'autre part, dans un flacon avec une couche d'eau, et on fait passer un courant d'acide carbonique. Au bout de quarante minutes, les vers avaient succombé dans le flacon contenant de l'eau. Les autres ont résisté beaucoup plus longtemps, et il convient de faire remarquer qu'ils étaient, sinon immergés, du moins humectés d'eau.

10^e expérience. — On fait passer un courant d'acide carbonique lavé dans un flacon de 7 à 8 centimètres de hauteur à moitié rempli d'eau et au fond duquel se trouvent les naïs. Au bout d'un quart d'heure, les vers ne donnent plus signe de vie : leur couleur ne paraît pas avoir sensiblement changé.

Les sangsues sont aussi réfractaires que les naïs à l'action de l'oxyde de carbone,

11^e expérience. — Des sangsues placées dans un vase sans eau rempli d'oxyde de carbone n'étaient pas mortes quatre jours après. Le même résultat a été obtenu avec des sangsues placées dans un flacon contenant de l'eau, en présence de l'oxyde de carbone. Nos recherches ont porté également sur des planorbes à sang rouge.

12^e expérience. — Les mollusques ont été enfermés sans eau dans un flacon plein d'oxyde de carbone pur. Le surlendemain, les animaux paraissaient fort engourdis : les uns sont rentrés dans leur coquille, d'autres font partiellement saillie, et la partie du corps ainsi émergée reste comme inerte. Les chocs ne déterminent que de faibles mouvements. Le troisième jour, les animaux sont dans le même état, et le 5^e jour ils n'ont pas succombé à l'essai, leur sang ne renferme pas d'hémoglobine oxycarbonée. Leur état d'engourdissement ne pourrait donc s'expliquer que parce qu'ils étaient hors de l'eau, vraisemblablement en état d'anoxémie.

13^e expérience. — Des planorbes ont été pendant trois jours placés dans de l'oxyde de carbone comprimé à 5 atmosphères, hors de l'eau, malgré cela, ils ont pu être retirés vivants de l'appareil. Leur sang, qui a été examiné une demi-heure après, présentait, après addition de sulfhydrate d'ammoniaque, la persistance des deux bandes qui caractérise l'hémoglobine oxycarbonée, et cela sans modification des bandes primitives.

Ainsi donc, comme les naïs, les planorbes rouges, hors de l'eau, n'absorbent pas l'oxyde de carbone à la pression ordinaire : il en est autrement à la pression de 5 atmosphères ; mais, chose curieuse, malgré la formation d'hémoglobine oxycarbonée dans leur sang, les planorbes à sang rouge continuent à vivre fort longtemps, ce qui prouve que l'hémoglobine peut être utile, mais qu'elle n'est pas indispensable pour les animaux invertébrés à sang froid. Il est possible que cet agent respiratoire n'intervienne que lorsque les autres sont insuffisants, pour compléter leur action ou y suppléer.

Nous avons également expérimenté l'action de l'oxyde de carbone sur des articulés aquatiques à sang rouge : les *Apus*, petits crustacés communs dans nos eaux douces.

14^e expérience. — Des apus ont été enfermés dans un flacon traversé par un courant d'oxyde de carbone, tout d'abord les animaux ne paraissent pas incommodés, mais bientôt ils se rassem-

blent à la surface, semblent chercher l'air qui leur échappe ; au bout d'une heure, ils sont tous tombés au fond de l'eau, incapables de remonter, et ne manifestant plus leur vitalité que par les mouvements des branchies : leur mort a dû survenir peu de temps après ; les animaux n'ont pu être suivis plus longtemps. Le lendemain matin, on les a trouvés morts. Le liquide sanguin obtenu en rompant le tégument de ces animaux est examiné au spectroscope, l'addition de sulfhydrate d'ammoniaque fait disparaître les deux bandes de l'hémoglobine, qui sont remplacées par la bande de réduction.

D'autres apus ont été comprimés à 5 atmosphères dans l'oxyde de carbone ; au bout d'une heure, ils avaient succombé : leur sang, recueilli par rupture du corps, a été examiné au spectroscope, et cette fois les deux bandes ont persisté après addition de sulfhydrate d'ammoniaque : l'épreuve était absolument concluante, il y avait eu formation d'hémoglobine oxycarbonée.

Les premiers apus placés dans l'eau ont succombé faute d'oxygène, mais il est probable que les seconds sont morts par suite de formation d'hémoglobine oxycarbonée, car la compression n'avait pas chassé les gaz de l'eau et avait pu même faire pénétrer une certaine quantité d'air dans ce liquide. Il semble que l'importance de l'hémoglobine soit plus grande chez les apus que chez les animaux ayant servi à nos précédentes expériences.

Nous avons voulu savoir si d'autres animaux à sang froid, mais plus élevés en organisation, des vertébrés supporteraient avec autant de facilité que nos invertébrés à hémoglobine, l'action du redoutable gaz toxique, qui tue à si petites doses et si rapidement les vertébrés à sang chaud.

15^e expérience. — Trois têtards de crapaud accoucheur et une jeune anguille sont placés avec quantité suffisante d'eau dans un flacon où l'on fait barbotter un courant d'air et un courant d'oxyde de carbone d'égale intensité. Au bout de dix minutes, les animaux sont devenus inertes avec toutes les apparences de la mort. En cessant aussitôt le courant d'oxyde de carbone, et ne laissant subsister que le courant d'air, on a pu les ramener à la vie.

Cette expérience montre qu'à hautes doses, l'oxyde de carbone agit avec assez de rapidité sur les vertébrés à sang froid, qu'ils respirent par des poumons ou par des branchies.

En résumé : 1° L'oxyde de carbone n'est pas absorbé, soit sous pression, soit à la pression ordinaire, par les naïs plongés dans l'eau ou placés hors de l'eau; cependant, leur sang peut former une combinaison fixe d'hémoglobine oxycarbonée.

2° L'acide carbonique, au contraire, tue les naïs sous l'eau et non hors de l'eau, ce qui permet de supposer que le défaut d'absorption de l'oxyde de carbone tient à son insolubilité dans l'eau.

3° Les sangsues ne sont influencées ni à sec ni sous l'eau par l'oxyde de carbone, mais on n'a pas fait l'examen de leur sang, ni étudié les effets de la compression.

4° Les planorbes et les apus ne fixent pas l'oxyde de carbone à la pression ordinaire, mais seulement dans ce gaz comprimé. Toutefois la formation d'hémoglobine oxycarbonée dans le sang des premiers n'a pas été suivie de mort; il n'en a pas été de même pour les apus.

5° Pour les vertébrés à sang froid, respirant soit par des poumons, soit par des branchies, l'oxyde de carbone à haute dose agit assez fortement, mais beaucoup moins énergiquement cependant et surtout bien moins rapidement que chez les vertébrés à sang chaud.

6° Dans beaucoup de cas, l'oxyde de carbone n'étant pas absorbé par les invertébrés à sang froid ne peut agir et, quand il forme avec l'hémoglobine du sang de ceux qui en possèdent, de l'hémoglobine oxycarbonée, la mort ne s'ensuit pas fatalement, ce qui indiquerait que l'hémoglobine du sang rouge de certains êtres inférieurs ne joue qu'un rôle accessoire, complémentaire, de perfectionnement, tandis que chez l'homme et les animaux à sang chaud, au contraire, son rôle dans la respiration est absolument fondamental. Les vertébrés à sang froid formeraient, sous ce rapport comme sous les autres, une transition entre les invertébrés et les animaux à température constante ou homéothermes.
