

ANNALES SCIENTIFIQUES DE L'É.N.S.

ULYSSE GAYON

Recherches sur les altérations spontanées des oeufs

Annales scientifiques de l'É.N.S. 2^e série, tome 4 (1875), p. 205-302

http://www.numdam.org/item?id=ASENS_1875_2_4__205_0

© Gauthier-Villars (Éditions scientifiques et médicales Elsevier), 1875, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Annales scientifiques de l'É.N.S. » (<http://www.elsevier.com/locate/ansens>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

RECHERCHES
SUR
LES ALTÉRATIONS SPONTANÉES DES ŒUFS,

PAR M. ULYSSE GAYON,

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE, AGRÉGÉ DES SCIENCES PHYSIQUES.

INTRODUCTION.

Lorsqu'on abandonne à eux-mêmes des œufs naturels, c'est-à-dire tels qu'ils ont été pondus, sans qu'aucune préparation ayant pour but de les conserver ait modifié leur surface ou leur contenu, et qu'on les laisse à l'air libre, soumis à l'influence de la température, de la pression et de l'état hygrométrique, on ne tarde pas à constater qu'un certain nombre de ces œufs se sont altérés (¹). Ces œufs altérés sont devenus impropres à l'alimentation et ont éprouvé des modifications profondes qui ont transformé complètement leur contenu dans sa couleur, son odeur, sa saveur, sa composition chimique.

Étudier ces diverses altérations, toutes *spontanées* en apparence, en rechercher les véritables causes, tel est le but que je me suis proposé dans le présent travail.

Mes observations ont porté jusqu'ici exclusivement sur les œufs d'oiseaux.

Les recherches que je vais exposer ont été faites à l'École Normale, dans le laboratoire de Chimie physiologique, dirigé par M. Pasteur. Je suis heureux de pouvoir remercier publiquement mon illustre

(¹) Les autres œufs ne sont point restés *frais*; mais ils n'ont subi qu'une modification légère, sensible seulement au goût; ils ne sont point pour cela impropres à l'alimentation. On dit dans ce cas qu'ils sont *vieux*. L'étude du vieillissement des œufs sera l'objet d'un Mémoire spécial.

maitre des savants conseils qu'il n'a cessé de me donner avec la plus grande bienveillance.

Les principales altérations que présentent les œufs sont produites, soit par la putréfaction, soit par le développement de moisissures.

Une épreuve d'une grande simplicité permet de savoir si un œuf est sain ou malade, et de reconnaître, sans l'ouvrir, la nature et le degré de son altération, quand celle-ci existe. Cette épreuve est ce qu'on appelle le *mirage*.

Le mirage consiste à regarder une lumière à travers un œuf. On a imaginé divers appareils pour rendre le mirage des œufs plus sûr et plus expéditif ⁽¹⁾; mais, dans la pratique, après les avoir rejetés tous successivement, parce qu'ils étaient coûteux et incommodes, on s'est définitivement arrêté au mode suivant. L'observateur se place avec une bougie dans une chambre noire; il saisit l'œuf aux deux extrémités de son axe et l'interpose entre l'œil et la bougie. L'opération est plus rapide, et dans une certaine mesure plus facile, si l'on mire deux œufs à la fois, en rapprochant leurs coques jusqu'au contact; le contenu se trouve alors mieux illuminé ⁽²⁾.

(1) Dans son *Mémoire sur la production artificielle des monstruosités dans l'espèce de la poule*, M. C. Dareste décrit un de ces appareils. (*Ann. des Sciences naturelles, Zoologie*, 4^e série, t. XVIII, p. 245; 1862.)

(2) Le mirage ainsi pratiqué devient très-expéditif entre des mains exercées. On comprendra l'importance considérable de cette opération et la nécessité de sa rapidité, si l'on remarque que tous les œufs qui arrivent à Paris, et qui sont destinés à l'alimentation, sont comptés, mesurés et mirés chaque jour avant d'être livrés aux marchands. Des agents spéciaux font ce travail dans les caves des Halles centrales et séparent : 1^o les œufs dont le diamètre est supérieur ou inférieur à une valeur déterminée; 2^o les œufs sains, les œufs pourris et les œufs tachés.

Chaque année les apports en œufs, à la vente en gros, sont considérables. Voici, par exemple, pour l'année 1872, des renseignements officiels que je dois à l'obligeance de M. le Préfet de police.

Apport total : 231 193 525, répartis comme il suit :

Janvier.....	14 040 670	Juillet.....	17 073 385
Février.....	24 193 870	Août.....	17 098 545
Mars.....	35 902 070	Septembre.....	13 407 065
Avril.....	31 053 065	Octobre.....	11 939 115
Mai.....	25 181 520	Novembre.....	11 322 480
Juin.....	17 992 750	Décembre.....	11 988 990

Le nombre des œufs tachés, pour la même année, s'est élevé à 3 467 880, et celui des œufs pourris à 564 070.

Dans ces conditions, un œuf complètement sain et frais apparaît transparent et teinté en rose clair, soit uniformément, soit avec un ton qui se fonce vers le centre. Un œuf un peu vieux, mais sain, présente un ton plus rouge, un peu marbré, limité vers le gros bout à une couleur grise, uniforme, qui correspond à la chambre à air, et dont l'étendue augmente avec l'âge de l'œuf. Les œufs pourris sont complètement opaques. Ce caractère leur est commun avec les œufs couvés; mais ceux-ci se distinguent des premiers en ce que leur chambre à air occupe un grand espace, d'où il résulte qu'au mirage la région opaque se termine brusquement à une zone grise et transparente. Enfin, lorsqu'un œuf renferme des moisissures, on aperçoit, au milieu d'une aire teintée de rose, une tache de diamètre variable, foncée, noire, qui tantôt se déplace dans l'œuf, quand on le retourne, tantôt, et c'est le cas le plus fréquent, paraît adhérente à la coque ou terminée à la chambre à air. Cette apparence justifie l'expression que l'on applique, dans le commerce et dans la ferme, aux œufs moisis : on dit en effet qu'ils sont *tachés* ou qu'ils ont *la tache*.

L'application du mirage à des recherches scientifiques peut être d'une grande utilité. Ainsi M. C. Dareste a pu, par ce moyen, suivre à travers la coque les premiers développements de l'embryon, reconnaître ses mouvements et constater son état de vie ou de mort (¹). Rien n'est plus commode pour observer la position et la grandeur de la chambre à air; avec assez d'habitude, on peut même distinguer les œufs doubles et les œufs triples, ceux dans lesquels sont renfermés deux ou trois vitellus. L'usage de ce procédé m'a permis de savoir chaque jour l'état d'altération des œufs que j'avais mis en expérience, et de ne les ouvrir qu'au moment opportun.

(¹) C. DARESTE, Mémoire cité, p. 246.

CHAPITRE I.

DE LA PUTRÉFACTION DANS LES OEUFS.

I. — *Historique.*

La putréfaction est une décomposition des matières animales ou végétales qui se produit dans certaines conditions de chaleur et d'humidité, avec dégagement de gaz fétides. Les œufs sont éminemment aptes à subir cette altération profonde, cette fermentation putride.

Il n'est personne qui n'ait observé des œufs pourris; tout le monde connaît l'odeur repoussante et malsaine qu'ils exhalent. Bien que le phénomène de la putréfaction des œufs soit de tous les temps, il ne paraît pas qu'avant Réaumur aucun auteur se soit préoccupé de l'étudier.

Parmi des œufs mis à couvrir dans des fours de fumier pendant quelques jours, « il y en avait, dit Réaumur, qui y répandaient l'odeur la plus détestable, ayant été brisés, par la puante matière qui avait fermenté dans leur intérieur, ou ayant la surface de leur coque couverte d'une liqueur d'une odeur aussi infecte qui avait transsudé; d'autres œufs dont la coque n'était ni fêlée, ni mouillée, donnaient l'odeur la plus insupportable, dès qu'ils avaient été cassés. Parmi ces œufs si corrompus, j'en trouvais d'autres qui, après avoir été cassés, non-seulement ne sentaient pas mauvais, mais qui n'étaient altérés que comme le sont les œufs vieux que l'on mange journellement, et qui aussi étaient très-mangeables (¹). » L'auteur pense que les œufs qui sont restés sains dans ce cas étaient inféconds.

Dans des œufs où les embryons, par suite d'un arrêt de développement, étaient restés morts pendant quelques jours, Réaumur constate, non sans étonnement, que plusieurs de ces embryons sont inaltérés. « Il est très à remarquer, dit-il, qu'entre les œufs dans lesquels le poulet a péri, les uns répandent l'odeur la plus insupportable, souvent

(¹) RÉAUMUR, *Art de faire éclore et d'élever en toutes saisons des oiseaux domestiques*, 2^e édition, t. II, p. 288; 1751.

avant que d'avoir été cassés, ou au moins après l'avoir été, et les autres, après avoir été cassés, ne sentent point mauvais ⁽¹⁾. »

L'auteur cherche l'explication de ce fait, et, après en avoir tenté plusieurs qui lui paraissent peu satisfaisantes, il s'arrête enfin à celle-ci :

« Le poulet mort dans l'œuf s'y trouve embaumé d'une manière bien supérieure à celles qui ont été employées jusqu'ici, sans en excepter celles des Égyptiens, pour empêcher les corps des animaux et ceux des hommes d'être détruits par la pourriture; au moment où le poulet perd la vie, il se trouve enduit de toutes parts d'un baume sans odeur aromatique, mais plus propre à le défendre contre la corruption que les baumes les plus odorants et que tous les aromates; ce baume est le blanc de l'œuf dont tout l'extérieur du poulet est mouillé : ce blanc de l'œuf, qui était devenu fluide, est revenu à s'épaissir, et s'épaissit de jour en jour sur le corps du poulet mort; il se laisse pénétrer pendant quelque temps par les parties aqueuses et par les parties volatiles qui tendent à s'échapper des chairs, mais il ferme tout passage à cet air extérieur qui serait nécessaire pour opérer la fermentation; ainsi peu à peu les chairs et le vernis dont elles sont enduites se dessèchent, le poulet perd de son volume sans se corrompre, et parvient à un état où il est sensiblement inaltérable pour toujours ⁽²⁾. »

En 1822, Geoffroy Saint-Hilaire, recherchant si les œufs fécondés ne pourraient pas subir dans l'oviducte de la poule un commencement d'incubation, n'obtint que des œufs plus ou moins décomposés. Il cite, par exemple, le cas d'un œuf qui s'était entouré d'une forte couche de blanc; après un séjour de vingt-huit jours dans l'oviducte, ce blanc exhalait une odeur fétide, tandis que l'œuf intérieur était parfaitement sain ⁽³⁾. Je reviendrai plus loin sur cette observation.

Dans leurs expériences sur les changements de poids que les œufs éprouvent pendant l'incubation, MM. Prévost et Dumas citent trois œufs sur douze, non fécondés, qui, après être restés vingt jours à la tempé-

⁽¹⁾ RÉAUMUR, *Art de faire éclore et d'élever en toutes saisons des oiseaux domestiques*, t. I, p. 257.

⁽²⁾ RÉAUMUR, *Art de faire éclore et d'élever en toutes saisons des oiseaux domestiques*, t. I, p. 260.

⁽³⁾ GEOFFROY SAINT-HILAIRE, *Sur les organes sexuels et sur les produits de la génération des poules dont on a retardé la ponte* (*Mémoires du Muséum*, t. IX, p. 14; 1822).

rature de l'incubation, c'est-à-dire de 38 à 40 degrés, avaient une odeur très-putride, tandis que les neuf autres n'avaient, au contraire, presque aucune odeur (1).

Sur neuf œufs mis à couver sous une poule, Sacc en trouve quatre qui n'éclosent pas, et parmi ceux-là un est complètement pourri, un contient un petit poulet bien conformé, deux contiennent des poulets desséchés, mais qui n'avaient éprouvé qu'un commencement de développement (2).

Dans une série de recherches sur le développement du poulet et sur les œufs à double germe, M. C. Dareste a rencontré souvent des embryons morts depuis longtemps dans leurs coques « et qui étaient dans un état très-avancé de décomposition et de putréfaction » (3).

L'ensemble des observations précédentes montre que, dans des conditions extérieures semblables, d'une part, certains œufs pourrissent et d'autres restent sains; d'autre part, des embryons de poulets, morts dans leurs coques, peuvent se décomposer avec tous les caractères d'une putréfaction repoussante, ou se conserver sans dégager la moindre odeur fétide.

Ces résultats ont été infirmés, dans ces dernières années, par des recherches importantes que M. Donné a faites à Montpellier sur les altérations spontanées des œufs.

Si l'on prend des œufs naturels, non agités, et qu'on les abandonne à eux-mêmes, ils « restent, dit M. Donné, des semaines et des mois, même pendant les grandes chaleurs de l'été, sans subir aucune altération putride. L'œuf n'exhale aucune odeur, et rien, absolument rien de vivant, soit de la vie végétale, soit de la vie animale, ne s'est produit, ni à la surface de la membrane, ni dans l'intérieur de la matière; pas traces d'infusoires ni de végétaux microscopiques (4). » M. Donné

(1) PRÉVOST et DUMAS, *Ann. des Sciences naturelles*, t. IV, p. 51; 1824.

(2) SACC, *Sur les modifications de l'œuf pendant l'incubation* (*Ann. des Sciences naturelles*, 3^e série, t. VIII, p. 171; 1847).

(3) C. DARESTE, *Recherches sur l'influence qu'exerce sur le développement du poulet l'application totale d'un vernis ou d'un enduit oléagineux sur la coquille de l'œuf* (*Ann. des Sciences naturelles. Zoologie*, 4^e série, t. XV, p. 5; 1861).

Mémoire sur l'histoire physiologique des œufs à double germe (*Ann. des Sciences naturelles. Zoologie*, 4^e série, t. XVII, p. 31; 1862).

(4) DONNÉ, *Expériences sur l'altération spontanée des œufs* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LVII, p. 450; 1863).

trouve au contraire que des œufs ouverts et placés dans les conditions précédentes sont envahis par les moisissures et pourrissent rapidement avec accompagnement d'animalcules microscopiques.

« Cette matière de l'œuf qui ne s'altère pas, dans le sens de la putréfaction, tant qu'on la laisse dans son état normal, subit promptement l'action de la décomposition si, par des secousses, on détruit sa structure physique, c'est-à-dire si l'on rompt la trame, les cellules des corps albumineux, et qu'on opère ainsi le mélange du jaune et du blanc. Alors, même sans accès de l'air extérieur, en se garantissant même de cette intervention par un surcroît de précautions, telles qu'une couche de collodion répandue à la surface de l'œuf, on voit tous les phénomènes de décomposition apparaître, après un temps plus ou moins long, suivant la température, mais toujours en moins d'un mois; tous les phénomènes de décomposition, excepté toutefois la production d'êtres vivants de l'un ou de l'autre règne, car, quel que soit le degré de pourriture auquel on laisse arriver l'œuf, on n'y peut découvrir la moindre trace d'animalcules ni de végétaux microscopiques; la matière de l'œuf est trouble, d'une couleur livide; elle exhale une odeur fétide au moment où l'on brise la coque, mais rien, absolument rien, ne bouge dans cette matière; rien ne vit, et l'examen microscopique le plus attentif et le plus répété n'y fait pas découvrir le moindre être organisé ou vivant. Une fois au contact de l'air extérieur, la décomposition marche rapidement avec son cortège d'infusoires et d'êtres microscopiques (1). »

« Ce qui se passe dans les œufs contenant un embryon développé par l'incubation jusqu'au moment de l'éclosion est tout à fait analogue à ce que l'on observe dans les œufs ordinaires abandonnés à eux-mêmes. Les œufs, avec un embryon de huit jours, de quinze jours et de trois semaines, exposés pendant un mois à toutes les variations de la température extérieure, subissent une altération, une décomposition qui peut aller jusqu'à la putréfaction, jusqu'à répandre une odeur putride, avec teinte livide des liquides, sans donner naissance à aucun être organisé, si simple que ce soit, du règne végétal ou du règne animal, tant que l'œuf n'a pas été ouvert et que la substance intérieure n'a pu

(1) DONNÉ, *loc. cit.*, p. 451.

être mise en communication avec le grand réservoir où pullulent les germes que M. Pasteur a si bien démontrés (1). »

Ainsi, d'après ces observations, les œufs non agités se conserveraient sans fermenter ni pourrir; les œufs brouillés par l'agitation, ainsi que les embryons de poulets tués dans leurs coques, s'altéreraient toujours sans jamais donner lieu au développement d'êtres microscopiques du règne animal ou du règne végétal.

De l'absence d'organismes dans les œufs gâtés M. Donné avait conclu, conformément à des expériences antérieures de M. Pasteur, que les matières animales les plus propres à l'organisation ne peuvent donner lieu à des générations spontanées de moisissures et de vibrions.

Un peu plus tard, M. Donné publia une série d'expériences faites avec des œufs ouverts à une extrémité et placés ensuite dans des conditions variées (2). Elles avaient pour but de rechercher si une quantité d'air et d'eau plus grande que celle qui existe à l'intérieur d'un œuf entier ne pourrait pas déterminer la transformation du jaune et du blanc en organismes microscopiques. Les expériences ayant donné des moisissures et des vibrions, M. Donné crut qu'on pouvait présenter ce résultat comme un puissant argument en faveur de l'hétérogénie; mais M. Donné n'avait pas évité de nombreuses causes d'erreur que M. Pasteur indiqua

(1) DONNÉ, *Recherches sur la putréfaction spontanée des œufs couvés, pour servir à l'histoire des générations dites spontanées* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LVIII, p. 952; 1864).

(2) *Première expérience.* — « Des œufs sont lavés avec soin, bien essuyés et aussitôt enveloppés d'une épaisse couche de coton cardé sortant d'une étuve chauffée à 150 degrés. Le coton est bien collé tout autour de l'œuf, afin qu'il ne se déplace pas. Un stylet fin, préalablement rougi au feu, afin de détruire les germes qui pourraient y adhérer, est introduit obliquement sous le coton, et le sommet de l'œuf est percé d'un trou. Tous les œufs, ainsi préparés, sont rangés debout dans une terrine remplie de cendres retirées toutes chaudes du foyer; le tout est recouvert d'une cloche de verre. »

A la suite de cette opération, il pousse des moisissures à la surface de la matière des œufs; mais il ne se développe pas d'animalcules infusoires, parce qu'il n'y a pas d'eau.

« Il est si vrai, ajoute M. Donné, que c'est l'eau qui manque, que si l'on en ajoute un peu dans l'œuf, on voit en vingt-quatre heures les monades et les vibrions se développer par myriades. Pour éviter toute intervention de germes du dehors, je verse dans l'œuf moisi de l'eau bouillante et je recouvre aussitôt l'ouverture avec un tampon de coton ou un verre de montre. Le lendemain, ou le surlendemain au plus tard, la matière fourmille de vibrions. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXIII, p. 301; 1866.)

Deuxième expérience. — « Des œufs, ouverts à une de leurs extrémités et dont j'avais laissé écouler une petite portion de la matière intérieure pour faire un peu de vide, ont été

alors ⁽¹⁾, et qui provenaient soit de la manipulation à l'air extérieur, soit de l'insuffisance de la température à laquelle étaient portés les œufs.

De nouvelles expériences, suggérées par M. Balard, écartèrent ces causes d'erreurs et confirmèrent complètement les premières recherches de M. Donné; par différence de pression, de l'air et de l'eau étaient introduits à l'intérieur des œufs sans briser la coque.

« Des œufs ainsi traités, dit M. Donné, se décomposent et pourrissent avec une grande facilité; abandonnés à eux-mêmes, soit dans une étuve à 30 ou 35 degrés, soit à la température du mois de juillet, à Montpellier, avec l'influence de la lumière dont l'action est peut-être nécessaire à la vie, ils exhalent au bout de huit ou quinze jours, quelquefois trois semaines, selon les circonstances, une odeur fétide; souvent même la matière intérieure suinte à travers la coquille..... Et bien, dans aucun cas, et quel que fût le degré de putréfaction auquel l'œuf fût arrivé, putréfaction qui allait souvent jusqu'à répandre l'odeur la plus fétide; dans aucun cas, dis-je, cette matière décomposée n'a offert la moindre trace d'êtres organisés du règne végétal ou du règne animal; pas la plus petite moisissure, pas une seule monade, ou un seul vibrion; rien enfin d'organisé, d'animé ni de vivant, ne s'est montré au sein de la matière examinée avec le plus grand soin au microscope. »

M. Donné conclut :

« Mes dernières expériences sont une confirmation, que je puis dire éclatante, des résultats obtenus par M. Pasteur et qui, jusqu'à présent, repoussent la théorie de l'hétérogénie ⁽²⁾. »

placés debout au fond d'un vase grand comme un seau, bien calé par des fragments de marbre concassé; de l'eau bouillante a été versée par-dessus jusqu'à ce que le vase fût rempli : le vase a été soigneusement couvert et le tout abandonné à la température de mon cabinet, qui peut varier de 15 à 20 degrés. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXIII, p. 1072; 1866.)

... « La matière recueillie dans l'intérieur des œufs présente une multitude de vibrions doués d'une grande agilité. »

Troisième expérience. — « Expérience avec des œufs que l'on brise, dans lesquels on verse de l'eau *distillée* bouillante, et que l'on ferme hermétiquement avec de la cire. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXIV, p. 47; 1867.)

Au bout de cinq jours, on enlève la cire, et l'on trouve des vibrions.

⁽¹⁾ PASTEUR, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXIII, p. 304 et 1073; 1866.

⁽²⁾ DONNÉ, *Note sur la putréfaction des œufs et sur les produits organisés qui en résultent* (Mémoire lu). (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXV, p. 602; 1867.)

On voit par ce qui précède que les observations de M. Donné sont en contradiction avec celles qu'ont rapportées avant lui Réaumur et d'autres savants. En outre, elles tendent à rendre compte de la putréfaction dans les œufs par le simple jeu de forces physiques et chimiques, et constituent ainsi une exception inattendue à la grande loi de corrélation qui résulte des travaux de M. Pasteur sur les fermentations et qui s'applique à la putréfaction ordinaire. M. Pasteur a montré, en effet, dès 1863, que la destruction de la matière organisée est un acte corrélatif du développement et de la multiplication d'êtres microscopiques de la famille des vibrioniens (1). Les résultats de M. Donné intéressaient donc un point de doctrine de la plus haute importance; aussi était-il nécessaire de faire de nouvelles recherches dans le but de les contrôler: ce sont ces recherches que j'ai tentées.

M. Béchamp, qui n'avait pas vu non plus d'organismes dans les œufs pourris, avait, il est vrai, donné des observations de M. Donné une explication qui était en quelque sorte intermédiaire entre la théorie physiologique de M. Pasteur et une explication purement physico-chimique. On sait qu'il existe, dans la plus grande partie des liquides et des tissus des animaux et des plantes, des granulations moléculaires très-ténues et animées du mouvement brownien. M. Béchamp, qui appelle ces granulations des *microzymas*, suppose que celles qui existent dans l'œuf, et particulièrement dans le jaune, agissent à la façon des véritables ferments figurés pour provoquer la putréfaction dans les œufs (2).

J'espère montrer que les observations de M. Donné sont inexactes, que l'hypothèse de M. Béchamp est inadmissible, et que la putréfaction des œufs, loin d'être une exception aux conclusions qui décou-

(1) PASTEUR, *Recherches sur la putréfaction* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LVI, p. 734).

(2) M. Béchamp définit ses *microzymas* « des granulations moléculaires mobiles, ayant une existence indépendante, et, comme le nom l'indique, de la nature et de la fonction des microphytes ferments. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVI, p. 1143.)

« Dans l'œuf, dit ailleurs M. Béchamp, on ne découvre, en fait d'éléments figurés, que des *microzymas*; dans certaines circonstances, ils y fonctionnent comme ils le font hors de l'œuf, sur le sucre et sur la fécule; ils sont donc de l'ordre des ferments figurés. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXV, p. 962.)

Pour M. Béchamp, ce sont ces *microzymas* qui provoquent l'altération des œufs: « L'œuf

lent des travaux de M. Pasteur sur les fermentations, les confirme au contraire d'une manière remarquable.

II. — *Caractères généraux de la putréfaction dans les œufs.*

1. *Caractères physiques.* — La putréfaction des œufs résultant d'un ensemble de phénomènes physiques, chimiques et physiologiques, nous allons l'étudier successivement à ces divers points de vue.

Les caractères physiques changent avec l'état des œufs, selon qu'ils sont brouillés ou non, et aussi avec la période de l'altération.

Considérons d'abord l'œuf qui n'a subi aucune agitation, dans lequel, par conséquent, le blanc et le jaune sont parfaitement distincts. Si l'on abandonne un pareil œuf à lui-même, il perd peu à peu de son poids (¹);

porte en lui-même, normalement, la cause de cette fermentation, et c'est surtout dans le jaune que réside cette cause. » Pour ne laisser aucun doute sur cette cause, M. Béchamp ajoute à la fin de son travail : « J'aurais pu intituler cette Note : *Des microzymas de l'œuf considérés comme organismes producteurs d'alcool et d'acide acétique.* » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXVII, p. 523.)

Dans une Lettre adressée à M. Dumas, M. Béchamp avait dit, en 1865 : « Quant à la putréfaction des œufs dans les expériences de M. Donné, et la putréfaction de la viande, elles reconnaissent une autre cause que la naissance d'organismes ferments. (*Annales de Chimie et de Physique*, 4^e série, t. VI, p. 251.)

(¹) Voici deux tableaux donnant les pertes de poids de cinq en cinq jours, pour des œufs sains, agités ou non, à la température de 25 à 30 degrés.

OEUFS non agités.

Nos d'ordre.	Poids initial.	Perte dans la			
		1 ^{re} période.	2 ^e période.	3 ^e période.	4 ^e période.
	gr	gr	gr	gr	gr
1	55,11	1,30	1,26	1,28	1,26
2	55,31	1,23	1,10	1,08	1,08
3	55,66	1,39	1,48	1,34	1,30
4	58,31	1,33	1,26	1,21	1,11
5	57,30	1,03	1,02	1,05	1,00
6	55,80	1,11	1,02	1,01	0,93
7	52,10	1,01	1,07	1,07	1,00
8	52,12	1,48	1,47	1,35	1,30
9	53,32	1,12	1,15	1,11	1,09
10	53,71	1,12	1,12	1,02	1,05
Totaux.....	548,74	12,12	11,95	11,52	11,12
Moyennes.....	54,87	1,21	1,19	1,15	1,11
» pour 1 jour..	»	0,242	0,238	0,230	0,222

(Voir la suite de la note à la page suivante.)

sa chambre à air augmente chaque jour et, lorsqu'il ne doit pas pourrir, on retrouve, après un temps quelconque, ses éléments à très-peu près dans le même état qu'à l'origine. L'albumine seule, qui a perdu une certaine quantité d'eau par évaporation et par la combustion (1) qui résulte de la respiration lente de l'œuf, a changé de consistance; l'odeur est aussi un peu modifiée : elle caractérise les œufs *vieux*.

Si, au contraire, l'œuf doit pourrir, son altération commence à une époque variable après la ponte. Elle dépend en effet de l'humidité de l'air, et surtout de la température. On peut dire qu'en moyenne, à la température de l'été, et par un temps sec, la putréfaction est sensible au bout de quinze jours, et très-avancée au bout d'un mois.

C'est à l'odeur qu'on reconnaît vulgairement un œuf pourri; mais ce caractère est incomplet; car l'odeur ne se développe que plusieurs jours

OŒufs agités.

Ces œufs ont été mis en expérience en même temps et dans les mêmes conditions que les œufs non agités précédents.

Nos d'ordre.	Poids initial.	Perte dans la			
		1 ^{re} période.	2 ^e période.	3 ^e période.	4 ^e période.
1	57,86	1,56	1,64	1,52	1,40
2	56,78	2,52	2,38	2,13	1,92
3	55,86	1,78	1,70	1,56	1,22
4	55,62	1,72	1,67	1,65	1,32
5	58,20	1,35	1,30	1,14	1,07
6	60,02	1,76	1,75	1,67	1,54
7	54,76	1,52	1,47	1,38	1,26
8	53,13	1,54	1,50	1,46	1,28
9	51,02	1,32	1,26	1,16	1,05
10	50,53	1,07	1,10	1,05	0,96
Totaux.....	553,78	16,14	15,77	14,72	13,02
Moyennes.....	55,38	1,61	1,58	1,47	1,30
» pour 1 jour..	»	0,322	0,316	0,294	0,260

Ainsi, la perte de poids diminue en général à mesure que le blanc se concentre; elle est très-notablement plus grande avec les œufs agités qu'avec les œufs non agités.

(1) La combustion des matières de l'œuf par respiration lente est prouvée par la production d'acide carbonique en dehors de toute putréfaction, lorsque l'œuf est abandonné à l'air ordinaire.

Cette combustion, et la production d'acide carbonique qui en est la conséquence, peuvent

après le véritable commencement de la putréfaction. Le premier phénomène sensible est une coloration verdâtre, qui se manifeste en un ou plusieurs points, soit sur les membranes de l'œuf, soit à l'intérieur même du blanc. La couleur verte s'étend peu à peu et gagne bientôt toute l'albumine. En même temps, le blanc devient plus fluide et les couches épaisses qui enveloppent le vitellus se confondent avec les couches périphériques moins denses. Le vitellus nage donc dans un beau liquide vert, dichroïque, homogène et limpide, sans avoir encore subi lui-même aucune modification apparente. La réaction de ce liquide est alcaline, comme le blanc d'un œuf frais; l'odeur putride commence à peine à devenir appréciable. Les chalazes ne tardent pas à se rompre, et alors le jaune devenu libre obéit aux lois des corps plongés dans les liquides. Plus léger que le blanc (1), il se porte à la partie la plus élevée de l'œuf et se déplace quand on retourne celui-ci dans tous les sens. Quand on laisse l'œuf immobile pendant quelques jours, le vitellus contracte bientôt une adhérence avec le point de la membrane avec

même se produire sans l'air extérieur, aux dépens des seuls éléments de l'œuf. Je citerai une expérience :

Le 13 mai 1873, j'ai mis dans une éprouvette pleine de mercure un œuf de poule fécondé, au moment même où il venait d'être pondu. L'éprouvette, d'abord placée à 25 degrés dans une étuve, a été plus tard abandonnée à la température extérieure, jusqu'au 30 septembre 1874, jour où j'ai mis fin à l'expérience. Dans ce long intervalle de seize mois et demi, il s'est produit un léger abaissement de niveau du mercure, par suite de la formation d'une certaine quantité de gaz; mais depuis longtemps le niveau restait stationnaire.

Le gaz formé a un volume de 4^{cc}, 2; voici sa composition :

	cc	En centièmes.
Acide carbonique.....	3,5	83,3
Azote.....	0,7	16,7
	4,2	100,0

L'œuf n'est point pourri; seulement le blanc est un peu trouble et plus fluide que dans un œuf frais; le jaune s'étale aussi un peu plus facilement; l'odeur est fortement alcoolique; le sucre a complètement disparu; pas d'organismes, ni à la surface extérieure de la coque, ni à l'intérieur de l'œuf.

Il est remarquable que la disparition du sucre soit liée à la production d'alcool et d'acide carbonique; il semble donc qu'il y ait eu dans cet œuf une véritable fermentation alcoolique, sans formation d'éléments figurés, absolument comme dans les remarquables expériences de MM. Lechartier et Bellamy, confirmées par M. Pasteur, sur les fruits plongés dans une atmosphère privée d'oxygène.

(1) Voici, d'après MM. A. Baudrimont et Martin Saint-Ange (*Annales de Chimie et de Annales de l'École Normale*. 2^e Série. Tome IV. 28

lequel il est en contact. On trouve de ces adhérences en un point quelconque, aussi bien sur la membrane tendue qui forme comme le plancher de la chambre à air (1) que sur les membranes qui tapissent la coquille : elles ne dépendent que de la position antérieure de l'œuf. Les adhérences dont je parle ne doivent pas être confondues avec celles que l'on observe quand l'œuf est moisi et qui sont beaucoup plus fortes et plus étendues.

Dans une seconde période de la putréfaction, la coloration verdâtre du blanc disparaît peu à peu, et fait place à une teinte jaune; la réaction alcaline s'affaiblit insensiblement, et devient neutre ou très-légèrement acide; en même temps, le jaune se ramollit; la membrane très-mince qui l'enveloppe en entier perd de sa résistance et se déchire sous le moindre effort : tandis qu'on a quelque peine à écraser le vitellus d'un œuf de cane sain, il suffit au contraire de le déplacer légèrement pour qu'il s'étale, si la putréfaction est déclarée depuis quelques jours. L'odeur putride est devenue très-sensible. Dans ces circonstances, si l'on perce la coque d'un petit trou pour faire écouler l'albumine, on voit bientôt le jaune couler à son tour.

Enfin, dans une dernière période, et lorsque le vitellus ne s'est pas rompu, sa surface prend une couleur jaune citron; ses éléments se désagrègent et se répandent en partie dans le blanc qui cesse d'être transparent et devient trouble et sale. Alors l'odeur putride est très-accen-

Physique, 3^e série, t. XXI, p. 250; 1847), le poids spécifique du blanc et du jaune dans les œufs de poule :

Albumen externe.....	de 1,0399 à 1,0421
Albumen interne.....	de 1,0421 à 1,0432
Vitellus entier.....	de 1,0288 à 1,0299
Vitellus, vers la cicatricule.....	de 1,0266 à 1,0277
Vitellus, du côté opposé.....	de 1,0310 à 1,0321

Ces derniers nombres expliquent comment la cicatricule se trouve toujours au point culminant du vitellus, quelle que soit la position que l'on donne à l'œuf.

(1) La chambre à air de l'œuf est généralement au gros bout. On sait qu'elle est formée par la membrane interne de la coque qui se sépare de la membrane externe avec laquelle elle était primitivement en contact. Si donc on place un œuf verticalement, le gros bout en haut, la chambre à air aura la forme d'une calotte fermée par le bas au moyen de la membrane interne tendue horizontalement. Comme j'aurai souvent à parler de cette membrane, je la désigne dès maintenant par le nom de *plancher de la chambre à air*, nom qui me paraît justifié par la position même de la membrane dont il s'agit.

tuée, et déjà l'on peut reconnaître la présence du gaz sulfhydrique. Ce dernier caractère prend une intensité rapidement croissante; la putréfaction, favorisée par le mélange d'une partie des éléments du jaune avec le blanc, arrive bientôt à son dernier degré. On voit alors l'albumine se troubler de plus en plus, le vitellus redevenir plus dense, plus ferme et changer de nouveau de couleur. Ce sont d'abord les couches périphériques, puis progressivement les couches profondes, qui se colorent en vert foncé, presque noir. On a comme un noyau opaque et noir au milieu d'un fluide de couleur livide, dans lequel nagent des débris jaunes, verts, noirs. Une section dans ce noyau présente généralement une série de couches concentriques, de couleur normale au centre, vert foncé à la circonférence, avec tous les tons intermédiaires. A cet état, l'œuf est complètement opaque, la coque a une teinte grise, et les gaz de l'intérieur sortant par tous les pores annoncent par leur odeur putride le degré d'infection de l'œuf. La tension de ces gaz devient alors considérable; elle a souvent pour effet de faire suinter un liquide spumeux et puant. Il arrive même que la coque se brise avec éclat, soit spontanément, soit en la piquant en un point, et que les matières en putréfaction sont projetées dans toutes les directions. Le bruit de la rupture, déjà très-fort avec des œufs de poule, est supérieur à la détonation d'un coup de fusil avec des œufs d'autruche (1).

Tel est l'ensemble des phénomènes qui se succèdent dans la putréfaction d'un œuf non agité. Dans un œuf qui a été agité, et dans lequel le blanc et le jaune sont par suite mélangés et brouillés, la putréfaction est généralement plus rapide, mais elle ne présente pas nettement toutes les phases que nous avons observées dans le cas précédent. En effet, on ne peut plus constater ni l'état du blanc, ni l'état du jaune, lesquels sont confondus dans une masse granuleuse et rougeâtre.

Lorsqu'un œuf ainsi brouillé se conserve sans altération, en repos, la masse jaune rougeâtre qu'il contient se sépare lentement en deux parties : au fond se tassent les débris solides du vitellus avec une teinte

(1) Je dois ces détails à M. Ch. Rivière, directeur du Jardin d'essai du Hamma (près d'Alger), qui a bien voulu me communiquer quelques observations recueillies par lui-même, et m'adresser en même temps, avec une libéralité dont je le remercie vivement, quelques œufs d'autruche avec lesquels j'ai pu compléter mes recherches.

plus jaune et à la partie supérieure surnage un liquide transparent plus rouge. L'albumine paraît avoir dissous quelques-uns des éléments du vitellus.

Si, au contraire, la putréfaction se déclare, il ne se produit point de séparation entre les particules solides et les éléments fluides du mélange. Bientôt il s'établit une fermentation interne qui semble favorisée par l'air dissous pendant l'agitation; la masse prend une consistance semi-fluide, se colore légèrement en vert ou prend une teinte livide; l'odeur putride s'accroît, et en peu de temps on arrive à la dernière période du phénomène, celle dans laquelle les gaz s'échappent au dehors, soit lentement à travers les pores, soit violemment par la rupture de la coquille. La réaction, qui était alcaline à l'origine, est devenue peu à peu neutre ou légèrement acide.

L'état physique d'un œuf qui pourrit à l'abri de l'air ou dans un air confiné ne diffère pas sensiblement de celui que nous venons de décrire. L'odeur seule est très-différente : dans les œufs pourris à l'air, ce qui domine est l'odeur de l'hydrogène sulfuré; dans les œufs pourris sans air, on sent un mélange confus de ce gaz, de sulfhydrate d'ammoniac, de phosphures d'hydrogène, d'ammoniacs composées, dont l'ensemble a une odeur des plus repoussantes. Cette différence paraît liée à la différence des réactions sur le papier de tournesol : dans le premier cas, la réaction devient légèrement acide au bout de quelque temps; dans le second, elle reste toujours alcaline.

2. *Étude chimique de la putréfaction dans les œufs.* — L'étude complète des réactions chimiques qui se produisent dans la fermentation putride des œufs présente les plus grandes difficultés. Il ne s'agit pas ici de phénomènes s'accomplissant avec des éléments simples, peu nombreux et bien déterminés. L'œuf, en effet, chez les oiseaux, étant destiné à suffire, avec le concours de l'air ⁽¹⁾, à la nutrition et au développement du jeune embryon, contient tous les éléments que l'incubation doit plus tard mettre en jeu : c'est l'aliment complet par excel-

(¹) « L'air respirable contenant une certaine quantité d'humidité pour les œufs aériens et une température convenable sont indispensables pour que l'incubation ait lieu. » (BAUDRIMONT et MARTIN SAINT-ANGE, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXI, p. 292.)

lence; or l'analyse la plus immédiate montre que le blanc et le jaune sont l'un et l'autre formés par des principes nombreux, variés, en quantités souvent très-faibles (1). Si la putréfaction n'était qu'un simple phénomène chimique, une réaction plus ou moins complexe entre ces principes, il serait déjà difficile de séparer tous les produits de cette réaction; mais, ainsi que je le montrerai plus loin, la putréfaction est corrélative de la vie, et, comme tout phénomène vital, elle engendre des produits variables dont la nature peut échapper à l'analyse la plus délicate. Il en est comme de la fermentation alcoolique, par exemple, dans laquelle il ne se forme pas seulement de l'alcool, de l'acide carbonique, mais encore de l'acide succinique, de la glycérine et sans doute encore beaucoup d'autres produits (2).

Les difficultés que je signale sont de même ordre que celles qu'ont

(1) Composition des œufs de poule frais (SCHUTZENBERGER, *Chimie appliquée à la Physiologie animale*, p. 227).

Coquille et enveloppe membraneuse.....	10,69
Albumen ou blanc.....	60,42
Jaune ou vitellus.....	28,89
	100,00
<i>Blanc.</i>	
Eau.....	82,88 pour 100.
Matières solubles.....	13,316 »
Albumine.....	13,274 »
Matières grasses (oléine, margarine et savons).....	traces.
Sucre.....	0,5 »
Matières minérales.....	0,64 à 0,68 »
<i>Jaune.</i>	
Eau.....	48,550 »
Caséine.....	13,932 »
Membranes.....	0,459 »
Albumine soluble.....	2,841 »
Albumine précipitée par l'eau.....	0,892 »
Extrait éthéré (graisses neutres, graisses phosphorées, substance cristalline analogue de la cholestérine, mais s'en distinguant par la forme).....	31,146 »
Matières minérales.....	1,523 »

(2) PASTEUR, *Mémoire sur la fermentation alcoolique* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. LVIII, p. 323; 1860).

rencontrées les savants qui ont voulu étudier tous les phénomènes chimiques que produit l'évolution embryonnaire pendant l'incubation. Pour toutes ces raisons, je n'ai pas abordé ici l'étude entière des réactions qui s'accomplissent dans la fermentation putride des œufs. Les résultats que je vais rapporter sont donc nécessairement très-incomplets.

Les produits de la putréfaction dans les œufs sont de deux sortes : les gaz qui s'échappent par les pores de la coquille, les éléments qui restent dans l'œuf.

(a). *Gaz.* — Un œuf à coque mince, de poule par exemple, laissant perdre au dehors les gaz de la putréfaction, à mesure qu'ils se produisent, ne permet guère d'analyser ces gaz, à moins qu'on ne recueille ceux qui sont contenus dans la chambre à air; mais alors ils sont en petite quantité, et de plus il est impossible d'en faire l'étude à plusieurs périodes de l'altération.

L'œuf d'autruche, au contraire, est extrêmement commode pour cet objet. Son volume étant considérable, il se produit à chaque instant une grande quantité de gaz; la coquille étant épaisse et résistante, ce gaz s'y accumule comme dans un ballon et, à cause de la faible porosité des parois, il y atteint une pression considérable. Si donc, à un moment donné, on fait une ouverture à la coque et si l'on fixe dans le trou l'extrémité d'un tube abducteur, ce qui est facile, grâce à l'épaisseur de la coquille, qui atteint jusqu'à 1,5 et 2 millimètres, on pourra conduire le gaz produit dans une éprouvette et l'analyser. On pourra même, en laissant le tube abducteur, prolonger l'expérience et le recueillir pendant toute la durée de la putréfaction à mesure qu'il se forme.

Pour percer la coque des œufs d'autruche d'un trou circulaire, sans perdre du gaz contenu dans la chambre à air, et sans que l'air extérieur se mélange à lui, j'ai fait construire un appareil à forer que j'emploie de la manière suivante (1).

Deux calottes sphériques en laiton A et B (*Pl. I, fig. 1*), portant chacune quatre petits crochets, peuvent s'appliquer exactement sur les deux bouts de l'œuf, au moyen d'une lame intérieure de caoutchouc enduite de suif sur ses deux faces. On place les crochets en regard et on

(1) Cet appareil a été construit par M. Golaz.

les relie deux à deux, très-fortement, à l'aide d'une bonne ficelle. De la sorte, il ne peut passer aucun gaz entre la coquille et le caoutchouc.

La calotte supérieure B est munie d'une douille C, où s'engage à frottement, dans une boîte à cuir, un foret à fraise très-pointue, qu'on peut mettre en mouvement à l'aide d'une poulie et d'un archet. La boîte à cuir n'occupe qu'une partie de la douille, de sorte qu'à la partie inférieure la pointe du foret se meut dans une sorte de chambre très-étroite. Un tube latéral E met cette chambre en communication avec un tube de verre et permet aux gaz qui y sont contenus de passer sous une éprouvette reposant sur la cuve à mercure. Cette chambre occupe d'ailleurs le plus petit espace possible.

Cela posé, si l'on fait tourner le foret, la pointe de la fraise attaque la coquille et y fait un trou d'autant plus large qu'on tourne plus longtemps. Si l'on a appliqué la calotte à foret sur le gros bout, où se trouve d'ordinaire la chambre à air, on entend bientôt un petit sifflement qui annonce que le gaz intérieur s'échappe, et on le recueille dans l'éprouvette, après en avoir perdu les premières bulles, qui contenaient de l'air étranger. Quand tout l'excès de gaz est sorti, on défait l'appareil, et l'on adapte dans le trou obtenu un tube abducteur fin, entouré de caoutchouc; les gaz qui se produiront par la suite se rendront d'eux-mêmes sous une éprouvette disposée à cet effet. On n'a pas à craindre de fuite, car, l'orifice étant bien circulaire, le caoutchouc le ferme très-exactement.

Voici, par exemple, l'analyse du gaz extrait, avec cette disposition, d'un œuf d'autruche en pleine putréfaction (1) :

Quantité totale de gaz recueilli, 150 centimètres cubes :

Hydrogène sulfuré.....	traces.
Acide carbonique.....	30,5
Hydrogène.....	40,2
Azote.....	29,3
	100,0

(1) M. Béchamp a publié, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXVII, p. 523; 1868, les résultats de deux analyses faites sur des œufs d'autruche altérés, mais qui, comme il le dit lui-même, ne présentaient les caractères ni des œufs pourris ordinaires, ni des matières animales putréfiées. Il est donc probable que les œufs dont il s'agit avaient subi une fermentation différente de la putréfaction; dès lors il n'y a pas lieu d'en parler ici.

L'hydrogène sulfuré était en très-petite quantité, car le volume du gaz analysé n'a pas diminué d'une façon sensible, après l'introduction dans l'éprouvette d'une dissolution acide d'acétate de plomb. Cependant sa présence était manifestée par l'odeur, par le léger trouble noir de la dissolution précédente et par la coloration foncée que prenait un papier imprégné d'acétate de plomb.

On remarquera la grande quantité d'azote; d'après l'analyse précédente, elle est de 44 centimètres cubes dans les 150 centimètres cubes de gaz recueilli. Les analyses suivantes, faites avec des œufs de poule, montrent que l'azote est au contraire peu abondant dans les gaz de la putréfaction; il est donc probable que l'œuf d'autruche dont il s'agit s'est altéré lorsque sa chambre à air était grande, et que l'azote obtenu provient pour la principale part de l'air contenu dans cette chambre ⁽¹⁾.

Ne pouvant opérer avec les œufs de poule comme avec les œufs d'autruche, j'ai placé ceux-là soit dans une atmosphère limitée, soit dans une éprouvette pleine de mercure; dans le premier cas, il faut tenir compte de l'air extérieur. Dans ces conditions, j'ai toujours obtenu le même résultat général: l'oxygène disparaît; il se forme de l'acide carbonique et de l'hydrogène en grande quantité et de l'hydrogène sulfuré en petite proportion; quant à l'azote, il est toujours aussi peu abondant.

Voici, par exemple, quelques expériences :

Œufs dans un air confiné. — Deux tubes contenant des œufs ont été fermés en décembre 1872 et ouverts en novembre 1873. La composition du mélange gazeux au jour de l'ouverture est :

N° 1.	N° 2.
HS..... 3	HS..... 4
CO ² 59	CO ² 57
Az + H..... 38	Az + H..... 39
100	100

(1) S'il en est ainsi et si l'on suppose que la perte par les pores a été assez faible pour être négligeable, on voit que la capacité de la chambre à air était de 55 centimètres cubes environ au moment où la putréfaction s'est déclarée. Or le volume du gaz recueilli est de 150 centimètres cubes, le volume du gaz restant 55 ou à peu près 50 centimètres cubes; donc la pression, avant qu'on eût percé la coque, devait être environ de 4 atmosphères. Ce dernier nombre est sans doute un peu trop fort, mais il montre cependant que la tension dans un œuf d'autruche peut devenir considérable.

. Ces deux œufs ne différaient qu'en ce que, au n° 2, on avait ajouté un peu d'eau.

Oeufs sans air, sous le mercure. — 1° J'ai mis un œuf non agité dans une éprouvette pleine de mercure à la température de 25 degrés en moyenne. Le niveau s'est abaissé lentement, puis est resté stationnaire. Au bout de quatre mois et demi, j'ai mis fin à l'expérience.

L'œuf, en pleine putréfaction, exhalait l'odeur la plus repoussante. Le gaz recueilli avait un volume de 10^{cc},8, dont suit la composition :

		En centièmes.
HS.	traces.	»
CO ²	7,2	67
H.	2,6	24
Az.	1,0	9
	10,8	100

2° Le 24 décembre 1872, j'ai mis à l'étuve un œuf non agité dans une éprouvette pleine de mercure. Le niveau s'est abaissé, et j'ai recueilli le gaz à deux périodes différentes de la putréfaction, en évitant d'exposer l'œuf à l'air extérieur pendant la manipulation.

Première prise de gaz, le 24 février 1873, c'est-à-dire après deux mois.

Volume total recueilli : 51 centimètres cubes, dont suit la composition :

		En centièmes.
HS.	traces.	»
CO ²	26,5	52
H.	20,4	40
Az.	4,1	8
	51,0	100

Deuxième prise de gaz, le 3 mai 1873, c'est-à-dire deux mois et demi après la première.

Volume total recueilli : 18 centimètres cubes, ainsi composés :

		En centièmes.
HS.	traces.	»
CO ²	10,6	59
H.	7,0	39
Az.	0,4	2
	18,0	100

3° Le 6 mai 1873, mis un œuf non fécondé, aussitôt après la ponte, dans les mêmes conditions que plus haut. Il y a eu un premier dégagement de gaz qui a fait baisser le niveau du mercure de quelques centimètres seulement; le niveau, resté ensuite stationnaire pendant quelques semaines, a continué à s'abaisser de nouveau pendant plusieurs mois. Au moment où j'ai mis fin à l'expérience, le 28 septembre 1874, le mercure était depuis longtemps au même point.

Gaz total recueilli, 86^{cc},4, ainsi composés :

		En centièmes.
HS.....	traces.	»
CO ²	67,9	78,7
H.....	17,7	20,4
Az.....	0,8	0,9
	<u>86,4</u>	<u>100,0</u>

Ces divers exemples montrent que la composition du gaz produit pendant la putréfaction sans air est la même, en général, que dans l'air; seulement, dans le premier cas, la proportion d'hydrogène sulfuré est presque insensible et sa présence n'est accusée que par l'odeur et par la coloration noire du papier à acétate de plomb. Ce fait tient sans nul doute à la présence du mercure, avec lequel l'hydrogène sulfuré forme du sulfure de mercure. Ce qui l'indique, c'est la présence à la surface du mercure d'une mince pellicule noire, dont l'épaisseur augmente à mesure que la putréfaction se prolonge.

La quantité totale d'azote est toujours très-faible, et même elle va en diminuant, comme le prouve l'expérience n° 2.

Tout l'azote recueilli est-il bien véritablement un produit de la putréfaction des œufs? Il est possible que la plus grande partie, sinon la totalité de ce gaz, provienne des gaz dissous dans l'œuf avant toute fermentation putride. On sait, en effet, que l'albumine a la propriété de dissoudre les gaz de l'air : MM. Mathieu et Urbain ont donné la composition du gaz extrait du blanc d'œuf dans plusieurs expériences à l'aide de la machine pneumatique à mercure (1). Ils ont trouvé en

(1) En supposant que le blanc d'un œuf entier contienne la même proportion d'azote que l'albumine des expériences de MM. Mathieu et Urbain, comme le volume d'un œuf de poule varie de 50 à 60 centimètres cubes, la quantité d'azote en dissolution varierait de 1,9 à 2,3 centimètres cubes.

moyenne que 100 centimètres cubes d'albumine contenaient :

Acide carbonique.....	66,8
Oxygène.....	2,3
Azote.....	3,8
	<hr/>
	72,9

(b). *Produits solides et liquides.* — Parmi les produits de la putréfaction qui restent à l'intérieur de l'œuf, il en est quelques-uns que l'on peut séparer par distillation : ce sont des produits alcooliques et des acides volatils. Malheureusement je les ai obtenus en trop petite quantité pour pouvoir les déterminer. Ainsi ce n'est qu'à la troisième ou quatrième distillation, en prenant à chaque opération le liquide condensé de l'opération précédente, que j'ai vu se former, sur les parois froides de la cornue, les gouttelettes huileuses caractéristiques de substances alcooliques. Quant aux acides volatils, ils ont une forte odeur d'acide butyrique.

En distillant la masse de l'œuf étendue d'eau en présence de la magnésie et condensant les produits qui se dégagent dans de l'eau additionnée d'acide chlorhydrique, puis faisant évaporer la liqueur, on obtient un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et de chlorhydrate de triméthylamine; ces deux bases volatiles existent donc dans les œufs pourris comme dans tous les résidus de putréfaction des matières albumineuses. Dans des expériences inédites qu'il a bien voulu me communiquer, M. Duclaux a constaté aussi la formation de la triméthylamine dans les œufs pourris; elle ne l'avait pas encore été dans ce cas particulier. Elle est plus abondante dans les œufs pourris à l'abri de l'air que dans les autres.

Une partie de l'albumine se transforme en leucine et en tyrosine, comme dans la putréfaction de toutes les matières animales. La quantité formée est très-faible; d'ailleurs, suivant les auteurs, il en existe des traces dans les œufs, comme dans le plasma sanguin, dans l'urine, etc.

La cholestérine du jaune cristallise quelquefois pendant la putréfaction des œufs brouillés : j'ai observé très-nettement dans quelques cas les cristaux en tablettes rhomboïdales qui la caractérisent.

La quantité de matière grasse ne paraît pas varier sensiblement dans la putréfaction ; car, à l'aide de l'éther, j'ai obtenu à très-peu près les mêmes résultats qu'avec des œufs sains. Par le même traitement, j'ai eu environ 4 grammes d'extrait éthéré pour un œuf sain et pour un œuf pourri de poids moyen.

Le sucre a disparu.

En résumé, la putréfaction dans les œufs agit surtout sur les matières albuminoïdes et le sucre ; elle n'agit pas sensiblement sur les matières grasses, et les produits qu'elle donne sont de même nature que ceux qu'on obtient dans la putréfaction des matières protéiques en général.

3. *Des organismes de la putréfaction dans les œufs.* Les observateurs qui n'ont signalé qu'accidentellement la putréfaction dans les œufs n'ont même pas cherché pour la plupart quelle pouvait être la cause de ce phénomène. J'ai dit que Réaumur, qui s'en était beaucoup préoccupé, l'attribuait aux vapeurs du fumier dont il entourait ses fours à éclosion ⁽¹⁾. M. Panceri, qui a bien plus étudié les moisissures que la putréfaction dans les œufs, range les cryptogames au nombre des agents qui la déterminent ⁽²⁾ ; mais il ne signale pas quels peuvent être les autres agents. Au contraire, M. Donné, comme on l'a vu dans l'historique, ne trouve dans les œufs pourris ni moisissures ni organismes d'aucune espèce, et M. Béchamp explique ce phénomène par l'action de granulations mobiles (microzymas), auxquelles il prête le rôle de ferments figurés. Mes observations m'ont conduit à considérer la putréfaction des œufs comme un phénomène physiologique, dû, non point à des granulations mobiles, non point à des moisissures, mais bien à des organismes microscopiques de la famille des vibrioniens ⁽³⁾.

⁽¹⁾ RÉAUMUR, *loc. cit.*, p. 237.

⁽²⁾ PANCERI, *De la coloration de l'albumine d'un œuf de poule et des cryptogames qui croissent dans les œufs* (*Atti della Società italiana di Scienze naturali*, t. II ; 1860. Milan.)

⁽³⁾ PAYEN, s'inspirant des travaux de M. Pasteur sur les fermentations, explique ainsi les altérations spontanées des œufs dans son *Précis théorique et pratique des substances alimentaires*, p. 234 : « L'air qui s'introduit par les pores de la coquille est une des causes ordinaires des altérations lentes qu'éprouvent les œufs par suite de l'introduction de traces de

Prenons un œuf qui pourrit, abandonné à lui-même, ayant la coque parfaitement saine et continue. Si le blanc et le jaune ne sont pas mélangés, et si la putréfaction est tout au début, nous avons vu que le blanc est verdâtre en partie ou en totalité. Et bien, si nous examinons au microscope une goutte de ce blanc, nous y verrons une multitude de bâtonnets organisés, de bactéries agiles. Ils seront difficiles à distinguer si le blanc est seul ; ils deviendront très-visibles s'il est délayé dans deux ou trois fois son volume d'eau. Dans le blanc, ces animalcules transparents sont presque invisibles, parce que l'indice de réfraction de leur substance est à peu près identiquement le même que celui du milieu dans lequel ils nagent ; en ajoutant de l'eau, le milieu est modifié, son indice de réfraction diminue, et alors les bactéries apparaissent très-nettement (1).

Après avoir vidé l'œuf, si nous examinons avec soin la surface interne de la membrane qui touche le blanc et l'enveloppe, nous trouverons presque toujours une ou plusieurs plages verdâtres comme l'albumine ; si, passant une baguette humide sur cette membrane, nous regardons au microscope la goutte d'eau de lavage, nous reconnaitrons les mêmes organismes que plus haut, agiles comme eux, et ayant un caractère de grande jeunesse. Ces plages sont évidemment les points de départ de la putréfaction ; ces organismes, qui ont besoin d'air pour vivre et se multiplier, le puisent dans l'atmosphère à travers les pores de la coque, et, à mesure qu'ils se reproduisent, ils envahissent peu à peu toutes les parties de l'œuf.

Les bactéries dont il s'agit sont nombreuses sur les parois interne et externe de la membrane interne de la coque ; mais on les retrouve aussi sur les parois de la membrane externe, entre la coque et cette membrane. Pendant qu'elles se répandent dans tout le blanc, elles enva-

germes d'animalcules ou de microphytes et d'un léger mouvement de fermentation. Lorsque la coquille a été accidentellement brisée sur un point, la membrane interne déchirée et quelques cellules du blanc rompues, l'altération fait des progrès d'autant plus rapides que la température extérieure est plus élevée ; souvent alors une fermentation putride se prononce et le soufre, dans ce cas, s'unit à l'hydrogène de l'eau en même temps que l'oxygène, de son côté, active la fermentation. »

(1) On sait, d'ailleurs, que les liquides fortement réfringents, tels que le sérum, la lymphe, rendent comme le blanc d'œuf les bactéries presque invisibles.

hissent aussi ces membranes, qui sont bientôt verdâtres dans toute leur étendue. Un moyen commode de les trouver toujours, à cette période de la putréfaction et dans les suivantes, consiste à briser la coque au gros bout, à ouvrir la chambre à air et à laver le plancher de cette chambre avec une goutte d'eau. L'observation microscopique de la goutte montrera toujours des bactéries en grand nombre, nombre d'ailleurs variable avec le degré de la putréfaction et le volume de la goutte d'eau de lavage.

Il est encore un moyen commode d'observer les organismes des œufs pourris : c'est de déchirer un fragment de membrane et de le mettre avec un peu d'eau sur la préparation. On voit alors les petits bâtonnets qui étaient retenus dans les mailles de la membrane se dégager et se répandre dans l'eau, où ils nagent en très-grande abondance.

Enfin, lorsqu'on ne veut que constater la présence de ces êtres, sans explorer les diverses régions de l'œuf, il suffit de faire un vide partiel au-dessus de la coque; les gaz de l'intérieur, en se dilatant, chassent devant eux un liquide spumeux, toujours riche en bactéries, qu'il est très-facile d'y observer par l'addition d'un peu d'eau. Ce procédé est souvent précieux, car il éloigne de l'opérateur l'odeur si désagréable qui s'exhale d'un œuf pourri qu'on brise pour l'ouvrir.

Quand l'œuf a été vivement secoué pour en mélanger le blanc et le jaune, le plancher de la chambre à air a été rompu; il faut alors chercher ailleurs les organismes microscopiques : on les trouve d'une manière certaine entre la coque et la membrane.

Il faut plus d'attention pour reconnaître les organismes qui nagent dans la masse interne, surtout quand la putréfaction est avancée; car, même en ajoutant de l'eau, ils disparaissent pour ainsi dire au milieu des granulations de toutes sortes, des gouttelettes huileuses, des cristaux qui sont répandus dans la préparation. On se débarrasse en grande partie de ces corps étrangers en ajoutant une goutte d'une dissolution étendue de potasse qui nettoie le champ et augmente singulièrement la visibilité des êtres microscopiques que l'on recherche. Il est vrai que leur mouvement propre est détruit; mais, quand une observation avec la potasse a permis de les voir, de les mesurer, il devient beaucoup plus facile de les retrouver dans une préparation faite avec l'eau seule; on peut alors très-bien constater leur immobilité ou la nature de leurs

mouvements. L'acide acétique est souvent d'un emploi commode pour le même but.

La remarque précédente, vraie surtout pour les œufs brouillés, s'applique aussi aux œufs non brouillés, quand la putréfaction est assez avancée pour que le jaune ait commencé à se désagréger à la surface et à perdre des débris qui troublent le blanc; mais, dans ce cas, le plancher de la chambre à air sert toujours très-utilement.

Les grossissements les plus convenables pour les observations varient de 400 à 500 diamètres.

Maintenant que nous savons où trouver ces organismes et comment les observer en toute circonstance, voyons quels sont ceux que l'on rencontre le plus ordinairement dans les œufs pourris.

Avant d'aborder cette étude, il conviendrait peut-être de faire choix de la meilleure classification de ces petits êtres microscopiques et de discuter pour cela celles que les savants les plus autorisés, Ehrenberg ⁽¹⁾, Dujardin ⁽²⁾, Ferd. Cohn ⁽³⁾ ont proposées; mais les données actuelles de la science sur ce sujet paraissent trop incomplètes pour qu'on puisse dès maintenant arrêter une classification définitive. La difficulté réside surtout dans la mauvaise détermination des caractères, dans l'ignorance des diverses formes d'une même espèce et de son rôle physiologique. Il est permis de croire qu'avec les nouveaux moyens de préparation des milieux, d'ensemencement et de culture que M. Pasteur a fait connaître dans ces dernières années ⁽⁴⁾, et dont il a tiré si heureusement parti pour l'étude de la levûre de bière pure, il sera facile désormais d'isoler chaque espèce, de la voir se développer seule, se multiplier, se transformer s'il y a lieu. Il deviendra alors non moins facile de rechercher, comme l'a fait avec tant de succès M. Raulin pour l'*Aspergillus niger* ⁽⁵⁾, le milieu artificiel composé de substances chimiques définies le plus propre à la vie de ces petits êtres. Alors seulement on pourra déterminer avec précision les réactions qui se produisent dans les milieux où ils puisent les éléments de

⁽¹⁾ EHRENBURG, *Infusionsthierschen*; 1838.

⁽²⁾ DUJARDIN, *Histoire naturelle des Zoophytes*. Infusoires; 1841.

⁽³⁾ FERD. COHN, *Recherches sur les bactéries*; 1872.

⁽⁴⁾ PASTEUR, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*; 1872-1874.

⁽⁵⁾ RAULIN, *Études chimiques sur la végétation*; 1870.

leur vie et de leur multiplication. La connaissance exacte de leurs formes, de leurs modes de développement et de reproduction, de leur rôle physiologique, permettra enfin d'établir leur classification naturelle.

J'ai pris la classification de Dujardin, parce qu'elle est la plus simple et qu'elle m'a toujours suffi dans mes observations.

La famille des *Vibrioniens* est, d'après Dujardin, composée d'animaux filiformes, extrêmement minces, sans organisation appréciable, sans organes locomoteurs visibles. Elle se divise en trois genres :

Bactéries : corps filiforme, roide; mouvement vacillant, non ondulatoire.

Vibrions : corps filiforme, susceptible d'un mouvement ondulatoire comme un serpent.

Spirillums : corps filiforme, contourné en hélice, non extensible, quoique contractile, tournant autour de son axe.

Considérons d'abord le cas d'un œuf qui s'est putréfié dans l'air ordinaire, qu'il ait été préalablement agité ou non. La nature des organismes qu'il contient varie avec la période de la putréfaction.

Au début, ce sont de petits bâtonnets de forme cylindrique, isolés ou par couples, plus rarement en chapelets, dont la teinte homogène et pâle, les contours peu accentués prouvent une grande jeunesse; ce fait est confirmé par l'examen attentif des articles doubles, dans lesquels on distingue, en effet, tantôt un léger étranglement, tantôt une division plus profonde, presque la séparation des deux êtres nouveaux; les articles plus âgés, ou qui vivent gênés dans un milieu incomplet, ont une teinte jaunâtre et des contours accentués, fortement réfringents, noirs, qui ne permettent pas de les confondre avec les jeunes dont je viens de parler. Ces jeunes organismes ont besoin d'air pour vivre, ce qui résulte de la place même qu'ils occupent de préférence dans l'œuf en voie de putréfaction, c'est-à-dire entre la coque et la membrane et sur les parois de la chambre à air. C'est aussi ce que j'ai pu vérifier maintes fois, avec une netteté vraiment remarquable, dans les préparations où je les observais. Dès qu'on a déposé la lamelle sur la goutte de liquide, on voit ces organismes se mouvoir dans tous les sens avec une incroyable rapidité; puis leur mouvement se ralentit, cesse, et les bâtonnets se tassent, se juxtaposent en séries paral-

lèles (1). C'est là ce qui se passe au milieu de la préparation, loin des bords de la lamelle. Sur les bords au contraire, ou mieux encore dans le voisinage des bulles d'air, lorsqu'il s'en trouve dans la préparation, on constate que le mouvement continue avec toute l'agilité primitive. Les premiers organismes conservent leur mouvement jusqu'à ce qu'ils aient absorbé tout l'air dissous dans le liquide; les derniers ne le perdent pas, parce qu'ils ont à chaque instant l'air qui leur est nécessaire. L'explication précédente est si vraie, comme l'a indiqué depuis longtemps M. Pasteur, que, lorsqu'on soulève la lamelle pour permettre la dissolution dans le liquide d'une nouvelle quantité d'air, les bâtonnets, momentanément paralysés, reprennent toute leur agilité, pour la reperdre encore si on les emprisonne de nouveau en laissant retomber la petite lame de verre.

Les bâtonnets dont je parle sont droits, inflexibles; ils décrivent tantôt des lignes droites, tantôt de grands arcs de courbe; ou bien ils vont, viennent, courent dans tous les sens et changent brusquement de direction; quelquefois ils s'arrêtent et semblent hésiter à se mettre en mouvement, oscillent un peu sur eux-mêmes, puis partent avec la rapidité d'un trait; s'ils rencontrent un obstacle, un globule gras, un débris amorphe très-ténu, ils le heurtent ou le culbutent, souvent sans modifier leur marche; on en voit qui se fixent à de fines granulations et les entraînent dans tous leurs mouvements; d'autres tournent autour de ces corpuscules étrangers, se précipitent dessus, puis reculent et s'y précipitent de nouveau, comme sur une proie. Tous ces mouvements vacillants, non ondulatoires, avec la rigidité des individus, caractérisent les *bactéries*. Ce sont donc des bactéries qui se montrent tout d'abord dans la putréfaction des œufs.

J'en ai observé deux formes qui paraissent distinctes :

La première et la plus commune est formée d'articles dont la longueur varie de 2 à 4 millièmes de millimètre, et la largeur de 0,3 à

(1) MM. Coze et Feltz ont souvent observé le même fait. Ils appellent *zone immobile* le groupement de bâtonnets parfaitement situés dans un même plan et dont l'ensemble apparaît d'un coup d'œil à l'observateur. L'examen de cette zone prend, dans leurs études sur les maladies infectieuses, une grande importance, car elle varie d'une maladie à l'autre, et son aspect paraît lié à la nature de la maladie (*Recherches sur les maladies infectieuses*, p. 27 et 148.)

0,5 millièmes de millimètre (¹). C'est l'espèce *Bacterium termo*, très-commune dans toutes les infusions (*fig.* 7). J'ai eu des œufs où tous les individus étaient mobiles; d'autres où une partie seulement étaient mobiles; d'autres enfin plus rares, où presque tous étaient immobiles. L'état de repos ou de mouvement, qui peut avoir beaucoup de causes, influence de l'air, du milieu, de l'âge, ne me paraît pas, du moins en général, suffire pour différencier des espèces; aussi ai-je compris sous le même nom des individus mobiles ou immobiles, qui avaient même forme générale, mêmes dimensions moyennes, et dont les articles, en se déplaçant, conservaient la même rigidité.

La seconde forme de bactéries que j'ai observée est une bactérie beaucoup plus petite que les précédentes, ayant d'ailleurs le même mode de mouvement, mais dont la longueur atteint à peine 1μ et la largeur $0,2\mu$ (*fig.* 8). Ces organismes sont tellement petits, que s'ils n'étaient nombreux et animés d'un mouvement très-rapide, on pourrait très-bien ou ne pas les remarquer ou les confondre avec des punctuations amorphes. Quand ils ont cessé de se mouvoir par privation d'air, ils se mettent aussi en rangées parallèles très-serrées. On pourrait admettre que ces bactéries sont des articles de *B. termo* très-courts, qui, vivant péniblement, se développent moins et se divisent plus tôt; mais, comme ils ont un aspect de grande jeunesse, qu'ils ont des mouvements très-rapides, je crois qu'on peut les considérer comme une espèce différente du *B. termo*. Je les ai observés surtout dans des œufs de dinde achetés pourris à la Halle.

J'ai rencontré dans des œufs pourris quelques autres bactéries en fils très-longs, très-grêles, des chapelets d'articles ou de grains extrêmement petits (*fig.* 9 et 10); mais je ne les ai aperçus que très-rarement.

Les bactéries que je viens de décrire, ayant besoin d'oxygène pour vivre, devront se trouver plus abondantes dans les parties de l'œuf les plus voisines de l'air. C'est ce que l'expérience confirme complètement.

Pour faire la comparaison, j'ai employé une méthode qui a été indiquée par M. Pasteur dans ses *Études sur les vers à soie* (²), et qui suffit pour donner des rapports approchés. Elle consiste à faire des prépara-

(¹) Je me servirai souvent, pour simplifier, de la lettre μ , qu'on emploie généralement pour représenter cette unité.

(²) PASTEUR, *Études sur les maladies des vers à soie*, t. I, p. 63.

tions également étendues, du moins autant que possible, et à compter le nombre des organismes disséminés dans un champ. Quand le nombre est grand, on compte seulement ceux d'un quadrant, et l'on multiplie le résultat par 4. Ici j'ai comparé une goutte d'eau de lavage de la membrane avec le même volume de liquide intérieur étendu de moitié avec de l'eau. Bien que la préparation dans ce dernier cas fût plus chargée de matières que l'eau de lavage, les tableaux suivants montrent combien les bactéries sont plus abondantes dans le voisinage de l'air que dans la masse interne :

OEufs à 25 degrés, du 23 janvier au 27 février 1873.

Nos	Entre coque et membrane.	Intérieur.
1.....	500	»
2.....	400	10
3.....	400	»
4.....	1000	5
5.....	200	20
6.....	600	6

OEufs à 25 degrés, du 27 janvier au 1^{er} mars 1873.

Nos	Entre coque et membrane.	Intérieur.
1.....	100	20
2.....	200	10
3.....	100	50
4.....	50	20
5.....	500	50
6.....	600	2 à 3

Ces exemples, que je pourrais multiplier, prouvent bien la proposition que j'ai émise plus haut. J'ajouterai que la proportion des bactéries mobiles est aussi plus grande sur les membranes que dans la masse intérieure.

A mesure que la putréfaction de l'œuf avance, on remarque que de nouveaux organismes apparaissent dans l'intérieur; au milieu des bactéries que nous venons de décrire, on voit des bâtonnets plus larges et plus longs, dont la longueur varie de 2 à 8 μ , et la largeur de 0,8 à 1 μ (*fig.* 11). Tandis que les bactéries de la surface ont une teinte uniforme, ceux-là présentent quelquefois de fines granulations; au

lieu de courir d'un mouvement rapide, ils s'avancent lentement en s'infléchissant et en décrivant des courbes flexueuses; il en est qui sont articulés, et l'on voit quelquefois les articles osciller vivement l'un et l'autre autour de leur point de jonction, comme s'ils faisaient des efforts pour rompre le lien qui les unit.

A ces caractères on reconnaît des *vibrions*; ils partagent avec le vibrion butyrique de M. Pasteur, et ceux qui sont corrélatifs de la putréfaction véritable ⁽¹⁾, la propriété singulière de vivre sans oxygène libre et d'être tués, ou tout au moins frappés d'immobilité, lorsqu'on les expose pendant quelque temps à l'action de ce gaz. En effet, leurs mouvements ondulatoires ne sont pas visibles aussitôt après le dépôt de la lamelle sur la goutte; ce n'est qu'un peu plus tard, lorsque l'oxygène de l'air dissous dans le liquide est absorbé, qu'on voit ces bâtonnets, jusque-là immobiles, s'ébranler, osciller faiblement, puis, après quelques moments d'hésitation, partir doucement pour continuer à se mouvoir aussi longtemps qu'on ne les paralyse pas par l'accès d'une nouvelle quantité d'air.

Dans un œuf pourri depuis longtemps, on ne trouve plus guère que des vibrions à l'intérieur, comme si les bactéries en avaient été chassées, soit par la présence de ces nouveaux êtres, soit par l'absence de gaz oxygène dissous; mais, dans cette dernière période, les vibrions deviennent difficiles à distinguer, et nous allons bientôt en connaître la cause. Si l'on examine alors le contenu de l'œuf et qu'on n'ait pas une grande habitude de ces observations, on pourra ne rien voir d'organisé et être par suite tenté de nier la présence d'organismes microscopiques.

Ainsi, pour résumer ce qui précède, quand un œuf brouillé ou non se putréfie dans l'air ordinaire, il présente deux genres d'infusoires très-distincts par leurs formes et leurs mouvements, et surtout par leur rôle vis-à-vis de l'oxygène libre: bactéries à la surface des membranes, tout près de l'air; vibrions loin de l'oxygène, au centre.

Le fait précédent s'observe dans tous les œufs à coque mince, tels que ceux de poule, de cane, de dinde, de pigeon. S'il est général, les bactéries devront se multiplier de préférence dans tous les cas où l'air

⁽¹⁾ PASTEUR, *Recherches sur la putréfaction* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LVI, séance du 29 juin 1863).

aura un libre accès, et les vibrions apparaîtront, au contraire, dans les cas où l'oxygène sera éloigné des matières en putréfaction. Cela est confirmé par plusieurs observations.

1° Au mois de juin dernier, j'ai abandonné à la température ordinaire, dans un flacon ouvert, six blancs d'œuf, dont j'avais séparé les jaunes pour une autre expérience; bientôt l'albumine s'est fluidifiée, puis elle a pris la belle teinte verte que j'ai signalée, et dégagé une odeur légèrement putride. Examinée à ce moment, elle contenait une multitude de bactéries agiles, identiques au *B. termo*, visibles surtout après l'addition d'une petite quantité d'eau.

2° J'ai eu souvent l'occasion de trouver, parmi ceux que j'ai achetés pour mes expériences, des œufs dont la coque était légèrement fendue; j'en ai moi-même fendu plusieurs fois. Ces œufs mis à l'étuve ne se sont pas toujours pourris, mais j'ai toujours constaté que, dans ceux qui étaient entrés en putréfaction, les organismes microscopiques étaient plus abondants sur les points de la membrane, immédiatement au-dessous des fentes de la coque, que sur les autres points, et que ces organismes étaient des bactéries identiques au *B. termo*.

Voilà pour les bactéries; voici maintenant quelques exemples où les vibrions dominent:

1° Et d'abord, sans faire aucune expérience, il suffit de considérer un œuf d'autruche dont la coque, épaisse et compacte, laisse passer difficilement les gaz. Dès que la petite quantité d'oxygène qui peut se trouver dans la chambre à air aura été absorbée, les éléments du blanc et du jaune seront pour ainsi dire complètement privés de ce gaz, puisque celui de l'extérieur pénètre à peine à travers les pores. Dès lors, si ces éléments se putréfient, ils ne devront présenter que des vibrions. C'est ce que j'ai constaté sur quatre œufs d'autruche pourris, que M. Ch. Rivière a bien voulu m'envoyer d'Algérie. Chacun de ces œufs a été ouvert avec l'appareil décrit plus haut, et une goutte de l'intérieur retirée avec une baguette de verre très-propre, puis délayée dans un peu d'eau, a présenté, dans tous, les mêmes organismes, au nombre de dix à vingt par champ; c'étaient des vibrions immobiles de 4 à 6 μ de longueur et de 1 μ de largeur, très-légèrement granuleux, et dont les articles s'infléchissaient sur eux-mêmes, lorsque par une légère pression sur la lamelle on les faisait mouvoir dans la préparation.

2° On peut suppléer aux œufs d'autruche, en plaçant un œuf à coque mince dans une atmosphère limitée, soit dans un gros tube fermé,

soit dans une éprouvette, en partie ou en totalité remplie de mercure. Voici les résultats que j'ai obtenus dans ces conditions :

Le 24 décembre 1872, j'ai placé deux œufs de poule dans deux tubes larges, fermés à une extrémité, étirés ensuite à l'autre et fermés à la lampe. Ces œufs ont été abandonnés d'abord à l'étuve, puis à la température extérieure, jusqu'au moment de l'examen, 21 et 29 novembre 1873. Ils s'étaient pourris et avaient une odeur repoussante.

Dans le premier œuf, je n'ai vu tout d'abord rien d'organisé, bien que j'eusse ajouté de l'eau à la préparation ; une seconde préparation, faite avec une dissolution étendue de potasse, m'a permis de voir environ dix organismes par champ ; même résultat avec l'acide acétique. Éclairé par ces deux observations sur la forme et les dimensions des êtres que je recherchais, j'ai pu les retrouver dans la première préparation, malgré les cristaux, les granulations graisseuses ou autres qui l'obscurcissaient. Si les éléments figurés sont dans ce cas difficiles à voir, c'est que ce ne sont plus des bâtonnets à contours nets, parallèles, à plasma homogène ou finement granuleux, comme ceux qu'on trouve dans les premiers mois de la putréfaction ; ces organismes sont ovales, leur plasma s'est presque tout entier concentré en un point brillant ou sombre, suivant la position de l'objectif, et autour de ce point on ne voit plus qu'une sorte d'auréole elliptique très-effacée, dont ce point occupe le centre ou l'un des sommets. Dans la préparation faite avec l'eau, cette auréole était à peine visible, et je ne voyais d'abord que le point brillant, que je confondais avec des granulations amorphes ; avec la potasse et l'acide acétique, toute illusion ayant cessé, il n'y a plus de doute sur la nature organisée de ces points et de leurs auréoles. Ce sont des organismes qui sont dans l'état que prennent d'ordinaire les vibrions quand ils vieillissent.

Dans le second œuf, j'ai retrouvé les organismes précédents, avec une auréole encore plus effacée ; dans quelques-uns elle n'était même plus visible.

C'étaient bien des vibrions, car, ainsi que l'a montré M. Pasteur pour les petits êtres qui sont corrélatifs de la maladie des vers à soie appelée *flacherie* ⁽¹⁾, et comme on peut le constater dans toutes les

(1) PASTEUR, *Études sur les maladies des vers à soie*, t. I, p. 228. Planche où l'on voit :

liqueurs qui contiennent ces animalcules à différents âges, un vibrion passe par plusieurs formes successives dont celle que j'ai observée plus haut est la dernière; il représente d'abord un bâtonnet allongé, pâle, à contours parallèles, puis les granulations apparaissent, se groupent en un ou deux points brillants, ovoïdes, à bords fortement réfringents, qui nagent bientôt seuls dans le liquide où vivaient antérieurement les jeunes organismes. Il n'est pas rare de trouver à la fois le bâtonnet homogène, le point isolé et toutes les formes intermédiaires qui accusent le passage de l'une à l'autre (*fig.* 12).

3° Ce sont encore des vibrions qui prennent naissance et se développent sous le mercure, soit qu'on laisse un peu d'air sous l'éprouvette, soit qu'on la remplisse complètement. Seulement les bactéries, qui apparaissent toujours au début de la putréfaction, sont plus nombreuses dans le premier cas que dans le second. Elles ne tardent pas d'ailleurs à disparaître. Plus tard on ne trouve que des vibrions, jeunes d'abord, puis granuleux et enfin transformés en points brillants.

4° Enfin on peut éliminer même l'oxygène de la chambre à air et se placer dans les conditions les plus propres au développement exclusif des vibrions. Il suffit, par exemple, de placer des œufs dans une atmosphère d'acide carbonique; en faisant passer un courant de ce gaz pendant quelques heures, on provoque la diffusion de l'air contenu dans l'œuf, et l'on en débarrasse celui-ci complètement.

Six œufs placés dans ces conditions, à 25 degrés, se sont pourris. Examinés au microscope, ils ont tous montré des vibrions, depuis le bâtonnet long, à contours parallèles, jusqu'au point entouré d'une faible auréole. Ils étaient tous mobiles.

Les expériences qui précèdent montrent bien que les vibrions sont les seuls agents de la putréfaction lorsque l'air ou plutôt l'oxygène est absent. Il résulte de là qu'on peut classer les œufs pourris en deux catégories : les œufs pourris à l'air, les œufs pourris sans air. Au point de vue des organismes, ces deux sortes de putréfaction sont distinctes; elles le sont aussi au point de vue chimique, à en juger seulement par l'odeur si différente qui en résulte et par l'action sur le papier de

1° des chaînes de vibrions mobiles, sans points brillants; 2° des vibrions avec corpuscules brillants; 3° des vibrions où la matière qui environne les points brillants se résorbe; 4° des points brillants isolés ressemblant assez aux corpuscules de la pébrine.

tourne-soleil; on a déjà vu que les matières décomposées sont légèrement acides à l'air, qu'elles restent fortement alcalines sans air.

D'après cela, l'œuf qui pourrit à l'air est le siège de deux séries de réactions. On peut concevoir que les réactions intérieures, produites par les vibrions, sont celles qui caractérisent la véritable putréfaction, tandis que celles de la surface, déterminées par les bactéries, ne seraient que des oxydations ayant pour effet de modifier, peut-être de simplifier, les premières. L'œuf, dans ces conditions, paraît réaliser toutes les transformations qu'a observées M. Pasteur dans ses savantes *Recherches sur la putréfaction*. « Les vibrions, dit-il, d'une part, vivant sans la coopération du gaz oxygène de l'air, déterminent dans l'intérieur du liquide des actes de fermentation, c'est-à-dire qu'ils transforment les matières azotées en produits plus simples, mais encore complexes. Les *Bacterium* (ou les *Mucor...*), d'autre part, comburent ces mêmes produits et les ramènent à l'état des plus simples combinaisons binaires, l'eau, l'ammoniaque et l'acide carbonique (1). »

L'ensemble des observations que je viens de rapporter conduit à cette conclusion importante :

LA PUTRÉFACTION DANS LES OEUFS, EN PRÉSENCE OU EN L'ABSENCE DE L'AIR, EST CORRÉLATIVE DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA MULTIPLICATION D'ÊTRES MICROSCOPIQUES DE LA FAMILLE DES VIBRIONIENS.

En d'autres termes, contrairement au résultat trouvé par M. Donné, les œufs ne font pas exception à la grande loi de corrélation que M. Pasteur a démontrée pour tous les phénomènes de fermentation proprement dite.

Dans une Note récente (2), M. Béchamp affirme de nouveau que ni M. Donné, ni lui, n'ont trouvé dans les œufs pourris ni bactéries, ni vibrions, ni moisissures, ni autre chose d'organisé. A cette affirmation je ne puis qu'opposer le résultat toujours constant de mes observations. *Je n'ai pas trouvé une seule exception parmi plusieurs centaines d'œufs pourris que j'ai eu l'occasion d'examiner; je suis donc autorisé à con-*

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LVI, séance du 29 juin 1863.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVII, p. 613; 1873. La Note de M. Béchamp a été publiée à l'occasion de deux Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie des Sciences sur les altérations spontanées des œufs, dans les séances du 27 janvier et du 21 juillet 1873.

clure que ce résultat est général. Peut-être mes savants contradicteurs n'ont-ils fait leurs études microscopiques que lorsque la putréfaction était très-avancée, alors que les organismes se désagrègent; peut-être encore n'ont-ils cherché ces derniers que dans le mélange du blanc et du jaune, en négligeant la surface des membranes, où ils sont plus abondants et plus faciles à voir, parce qu'ils ne sont pas confondus avec toutes les granulations de l'intérieur.

III. — *Influence de quelques circonstances particulières sur l'altération putride des œufs.*

1. *Influence du mélange du blanc et du jaune.* — Dans ses recherches sur la putréfaction des œufs, M. Donné avait pensé, en l'absence d'organismes microscopiques, que l'altération qui caractérise ce phénomène était due à une réaction des éléments du jaune sur ceux du blanc. Cette explication semblait corroborée par les faits observés par ce savant, à savoir, que tous les œufs intacts, non agités, se conservaient sans putréfaction, tandis que tous les œufs brouillés, dont le blanc et le jaune avaient été mélangés par l'agitation, se putréfiaient dans un court espace de temps, dans l'intervalle d'un mois au plus. Or j'ai trouvé que la putréfaction des œufs est corrélative de la vie d'êtres organisés, et par suite qu'elle ne peut avoir pour cause unique l'action réciproque des éléments mélangés. Il semble dès lors que l'on doit trouver des œufs pourris aussi bien parmi les œufs non agités que parmi les œufs brouillés, et que tous les œufs brouillés ne sont pas nécessairement le siège de la putréfaction. Mes observations ne laissent aucun doute à cet égard. Voici les résultats de quelques expériences comparatives :

1° Le 21 novembre, j'ai mis à la température de 30 degrés, dans un flacon à large goulot, six œufs entiers intacts et six œufs fortement agités. L'examen a porté chaque fois sur un œuf agité et sur un œuf non agité.

N ^{os}	Date de l'examen.	Agité.	Non agité.
1...	7 décembre.	Putréfaction commençante, organismes.	Sain; pas d'organismes.
2...	13 »	Sain; pas d'organismes.	Sain; pas d'organismes.
3...	21 »	Sain; pas d'organismes.	Putride; organismes.

N ^{os}	Date de l'examen.	Agité.	Non agité.
4...	11 janvier...	Putride; organismes.	Sain; pas d'organismes.
5...	21 »	Sain; pas d'organismes.	Putride, bactéries, moisissures.
6...	21 »	Point putride; pas de bactéries; moisissures.	Point putride, pas de bactéries; moisissures.

Résumé :

2 pourris.	2 pourris.
4 non pourris.	4 non pourris.

2° Le 28 décembre, j'ai mis à 25 degrés douze œufs agités et douze œufs non agités : les examens ont été faits à des époques variables, en prenant chaque fois les œufs qui paraissaient les plus altérés; voici le résultat :

OEufs agités.

N ^{os}	Date	Agité.	Non agité.
1.....	13 janvier.....	Putride; organismes.	
2.....	Id.	Id.	Id.
3.....	Id.	Id.	Id.
4.....	Id.	Id.	Id.
5.....	15 janvier.....	Id.	Id.
6.....	18 janvier.....	Putréfaction commençante; organismes.	
7.....	28 janvier.....	Putride; organismes.	
8.....	29 mars.....	Sain au mirage.	
9.....	Id.	Id.	
10.....	Id.	Id.	
11.....	Id.	Putride; organismes.	
12.....	Id.	Id.	Id.

OEufs non agités.

N ^{os}	Date	Agité.	Non agité.
1.....	16 janvier.....	Putride; organismes.	
2.....	Id.	Sain; pas d'organismes.	
3.....	Id.	Id.	Id.
4.....	Id.	Putride; organismes.	
5.....	12 février.....	Id.	Id.
6.....	26 mars.....	Id.	Id.
7.....	Id.	Sain; pas d'organismes.	
8.....	Id.	Id.	Id.
9.....	Id.	Id.	Id.
10.....	29 mars.....	Id.	Id.
11.....	Id.	Id.	Id.
12.....	Id.	Putride; organismes.	

Les trois œufs agités n^{os} 1, 2 et 3 se sont fendus à l'étuve.

Les trois œufs agités n^{os} 8, 9 et 10, abandonnés à la température extérieure jusqu'au 18 décembre; ont traversé sans s'altérer les chaleurs les plus fortes de l'été; à cette date pas d'organismes.

En résumé, et en tenant compte des œufs fendus, on a dans l'expérience précédente :

OEufs agités.

9 pourris.
3 sains.

OEufs non agités.

5 pourris.
7 sains.

Ces deux exemples suffisent pour montrer : 1^o qu'il y a corrélation entre la putréfaction et le développement d'êtres microscopiques; 2^o que des œufs agités et brouillés peuvent rester sans altération pendant plusieurs mois; 3^o que des œufs non agités peuvent se putréfier en quelques semaines; 4^o que la proportion des œufs pourris dans les deux cas est extrêmement variable.

Le tableau suivant, où je résume les résultats de plusieurs séries d'expériences, montrera combien est variable cette proportion. Le nombre des œufs pourris est rapporté à cent œufs mis en expérience, afin de rendre la comparaison plus saisissante. Leur provenance est très-diverse; les uns ont été achetés directement dans le commerce; d'autres ont été recueillis dans mon laboratoire.

Nos	Dates des expériences.	OEufs agités pourris.	OEufs non agités pourris.
1...	Série du 21 novembre 1872...	33 pour 100	33 pour 100
2...	» du 26 décembre.....	33 »	0 »
3...	» du 28 décembre.....	75 »	42 »
4...	» du 28 décembre.....	14 »	37 »
5...	» du 17 janvier 1873.....	60 »	75 »
6...	» du 21 janvier.....	100 »	8 »
7...	» du 21 janvier.....	0 »	25 »
8...	» du 27 janvier.....	100 »	33 »
	Totaux.....	415 »	253 »
	Moyennes (1)...	52 »	32 »

(1) Ces moyennes sont bien supérieures à la proportion des œufs pourris qu'on trouve dans le commerce. D'après les renseignements de la Préfecture de police, que j'ai consignés p. 206, cette proportion est en effet de 1 sur 410, mais il ne faut pas s'en étonner, car dans mes expériences les œufs ont été mis à une température qui s'est maintenue à 25 degrés environ pendant plusieurs semaines et même plusieurs mois.

Ainsi, quelle que soit l'époque à laquelle on fait l'expérience, quels que soient les œufs sur lesquels on opère, l'agitation de leurs éléments ne provoque pas nécessairement leur putréfaction, et leur intégrité ne les préserve pas de cette altération.

Ce qu'il importe surtout de remarquer, c'est que la proportion des œufs pourris prend pour ainsi dire toutes les valeurs depuis 0 jusqu'à 100, qu'ils aient été ou non préalablement brouillés. Il ressort encore de ce tableau que la moyenne des œufs pourris est plus considérable lorsque le blanc et le jaune ont été mélangés que lorsqu'ils sont restés distincts. Il semble donc que ce mélange constitue un milieu plus favorable au développement des bactéries et des vibrions que le blanc ou le jaune tout seul. Cela résulte aussi du fait suivant.

Lorsqu'un œuf non agité se pourrit, j'ai déjà dit que les chalazes se rompaient et que le vitellus se soulevant venait s'appliquer sur la membrane interne au point le plus élevé. Le plancher de la chambre à air est souvent le lieu où se forment de telles adhérences. Dans toute la région correspondante, le blanc et le jaune se mélangeant s'offrent ensemble à la nutrition des bactéries qui se meuvent dans les mailles serrées du plancher membraneux, et il n'est pas rare de les trouver là en plus grande abondance que sur les autres régions qui ne sont en contact qu'avec le blanc. Elles y forment quelquefois une couche épaisse, humide et de consistance mucilagineuse, exactement limitée à la surface de contact du vitellus; les autres parties de la membrane restent parfaitement sèches. Cette grande multiplication de bactéries est assurément due à la présence simultanée du blanc et du jaune, dont le mélange constitue un milieu nutritif plus complet que chacun de ces éléments séparés. Il faut concevoir, par conséquent, que les germes d'organismes qui préexistent dans l'œuf, comme je le montrerai plus loin, à un état de jeunesse variable, se multiplient avec plus de facilité dans un œuf brouillé que dans le blanc tout seul. De plus, l'agitation a pour effet de les disséminer dans la masse et par suite de les mêler intimement aux éléments dont ils doivent se nourrir. Dans l'œuf non agité, au contraire, on conçoit qu'une partie de ces germes, vieux, placés dans le blanc ou dans les membranes, c'est-à-dire sur un terrain incomplet, ne puissent pas se développer et provoquer la putréfaction dans des cas où ce phénomène se serait certainement produit après l'agitation. Ces faits expli-

quent aussi pourquoi les œufs agités qui se putréfient s'altèrent en général plus vite que les œufs non agités.

L'observation suivante conduit à la même conclusion. En brisant un œuf brouillé aussitôt après l'agitation, ou en le faisant cuire et le coupant ensuite en deux parts, on voit de nombreuses bulles d'air qui restent emprisonnées dans la masse, et qui ne peuvent se dégager à cause de la nature visqueuse du mélange. Il en résulte que les bactéries se développent en presque tous les points et par suite que les modifications qu'elles déterminent se produisent en même temps dans tout le volume de l'œuf.

Je viens de montrer que le mélange du blanc et du jaune n'entre pas de lui-même en putréfaction, malgré l'air qui filtre sans cesse à travers la coquille. Je puis en donner une autre démonstration facile à reproduire.

On se rappelle les expériences décisives par lesquelles M. Pasteur a combattu victorieusement les théories de la génération spontanée : je veux parler de la disposition simple qui consiste à conserver, au contact de l'air pur, à l'abri de tous germes actifs, les liquides les plus altérables. M. Pasteur a fait connaître, dès 1863, la conservation, dans ces conditions, du sang et de l'urine ⁽¹⁾, et en 1872 celle du moût de raisin ⁽²⁾, tous liquides éminemment putrescibles ou fermentescibles ⁽³⁾. J'ai reproduit la même expérience avec le mélange du blanc et du jaune d'œuf, et aussi avec le blanc tout seul. Voici comment j'opère.

Le vase A (tube, fiole, ballon) (*fig. 2*), où l'on veut recueillir les matières de l'œuf, est fermé par un bouchon de liège ou de caoutchouc percé de deux trous. Le caoutchouc vaut mieux que le liège, parce qu'il est plus facile de porter à 100 degrés dans l'eau bouillante tous les points de sa surface. Dans l'un des trous du bouchon on place un tube de verre B, étiré en forme de tube abducteur très-fin; dans l'autre trou, un tube de verre C recourbé une fois et étranglé en *a*. Ce

⁽¹⁾ PASTEUR, *Examen du rôle attribué au gaz oxygène atmosphérique dans la destruction des matières animales ou végétales après la mort.* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LVI, séance du 20 avril 1863.)

⁽²⁾ PASTEUR, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 19 février 1872.

⁽³⁾ Des recherches récentes faites par Burdon-Sanderson (*Thirteenth Report of the medical Officer of the privy Council*, p. 65), et par William Roberts (*Philosophical Transactions of the royal Society of London*, vol. CLXIV, part. 2, p. 457; 1874) ont confirmé et étendu les résultats trouvés par M. Pasteur sur l'inaltérabilité des liquides organiques au contact de l'air privé de germes.

dernier est mis en relation, par un tube de caoutchouc, avec la branche latérale d'un trocart T. Ce trocart a deux robinets r et r' , pouvant tenir le vide, r qui est traversé par l'aiguille à pointe fine, et r' qui établit ou interrompt la communication du trocart avec le vase A. L'aiguille et la canule où elle s'engage ont été préparées de telle sorte que l'une soit dans l'autre comme un long piston, parfaitement dressé, et que l'air ne puisse pas se glisser entre les deux, même lorsqu'on retire l'aiguille au-dessus du robinet r (1).

Cela posé, pour faire une expérience, on met un peu d'eau dans le vase A, on retire l'aiguille et l'on ouvre les deux robinets r et r' , puis on fait bouillir. La vapeur d'eau qui se forme, trouvant une issue plus facile par le tube C et la canule que par le tube effilé B, s'échappe bientôt par les deux extrémités ouvertes de T, et tue tous les germes d'organismes qui auraient pu se trouver dans cette partie de l'appareil. Pendant qu'elle sort ainsi, on passe l'aiguille dans la flamme d'une lampe à alcool, on l'introduit dans la canule T et l'on ferme le robinet r' ; la vapeur s'échappe alors par la seule issue qui lui reste, c'est-à-dire par le tube étiré B, qu'elle porte à son tour à la température de 100 degrés, en détruisant les germes qui pouvaient exister sur sa surface intérieure. Le vase et le tube B sont même chauffés à plus de 100 degrés, parce que, la vapeur éprouvant de la résistance à sortir par une pointe effilée, l'eau bout sous une pression un peu supérieure à la pression extérieure; après un quart d'heure ou une demi-heure d'ébullition, on ferme à la lampe l'extrémité du tube B et l'on retire le feu. L'appareil refroidi a été ainsi purgé d'air, et la pression intérieure n'est plus guère que celle de la vapeur d'eau à la température ambiante. Il n'est pas nécessaire de chasser toute l'eau par l'ébullition; ce liquide ne peut pas nuire ultérieurement.

Supposons maintenant que l'on veuille faire passer dans le vase A le mélange du blanc et du jaune d'un œuf. Après avoir fortement agité cet œuf pour opérer le mélange, on passe la coque dans la flamme à alcool, et avec une tige de fer rougie au feu on perce la coquille d'un petit trou circulaire, dont le diamètre soit égal à celui de la canule du trocart. Il faut éviter de descendre au-dessous de la coque, afin de ne pas atteindre

(1) Ce trocart a été construit par M. Collin.

les membranes et les carboniser; puis on introduit l'extrémité du trocart, passée dans la flamme à alcool et refroidie, dans le petit trou qu'on vient de percer, de façon qu'elle plonge le plus possible dans le mélange fluide. On retire ensuite l'aiguille jusqu'au-dessus du robinet *r*, qu'on ferme aussitôt, et l'on ouvre le robinet *r'*. Le mélange contenu dans l'œuf, poussé par la pression atmosphérique, s'élève lentement dans la canule, dans le tube C, et descend dans le vase A, où il se forme une mousse abondante due au dégagement des gaz dissous. L'ouverture du trocart doit toujours baigner dans la matière pour éviter une brusque rentrée de l'air et peut-être une altération ultérieure.

Quand il est passé la quantité voulue du mélange, on ferme le robinet *r'*, et il ne reste plus qu'à rétablir la pression par l'accès d'un air pur, privé de germes actifs. Dans ses expériences sur le sang et l'urine, M. Pasteur faisait rentrer l'air pur aussitôt après l'ébullition de l'eau, et ne conservait dans ses ballons qu'une faible diminution de pression. Ici j'ai fait passer les matières de l'œuf dans un vide presque complet, et introduit ensuite l'air pur, parce que le mélange est visqueux et passe beaucoup moins facilement que le sang et que l'urine dans des tubes très-étroits.

Pour purifier l'air, j'ai mis la pointe effilée du tube B en relation avec un tube fin d'argent, contourné en spirale et chauffé vers 400 degrés (*fig. 3*). En brisant la pointe, l'air est rentré en se dépouillant de ses germes; la mousse est tombée aussitôt.

Il reste à séparer le vase A de toutes les autres parties de l'appareil. On enlève aisément le tube d'argent purificateur; quant au trocart, on le détache en fermant le tube C en *a* avec le dard d'un chalumeau. On a ainsi un vase dont l'intérieur est en communication constante avec l'air atmosphérique, par l'intermédiaire du tube fin B (*fig. 4*).

Lorsqu'on veut opérer avec le blanc seul, et le recueillir sans rompre le jaune, il faut remarquer que le jaune tend toujours à s'élever le plus possible. Il convient alors de redresser le trocart et de placer l'œuf percé au-dessus.

Voici maintenant quelques-unes des expériences que j'ai faites, en opérant comme je viens de l'indiquer :

Expériences avec les œufs brouillés. Le 10 février 1873, j'ai mis des œufs frais à l'étuve, afin de déterminer l'évaporation d'une partie de l'eau et la production

d'un vide qui permit plus tard de les brouiller aisément par l'agitation. Le 14 et le 15 mars, j'ai agité dix de ces œufs qui paraissaient sains au mirage, et j'ai opéré sur chacun d'eux, comme il a été dit plus haut, en me servant de tubes fermés à une extrémité pour recueillir le mélange. L'aspect et l'odeur indiquaient des œufs sains, mais un peu vieux; l'examen microscopique a montré qu'ils ne contenaient point d'organismes. Les dix tubes ont été mis à l'étuve.

Dès le 17 mars, le liquide jaune rougeâtre contenu dans tous les tubes a commencé à se séparer en deux parties; au fond se sont tassées lentement des granulations d'un jaune pâle; par-dessus était un liquide rougeâtre et transparent. La couche transparente a augmenté tous les jours, et au bout d'un mois environ la séparation était complète; rien ne s'est altéré. Cet état de conservation se maintient indéfiniment, car actuellement (novembre 1874) rien n'est changé, ni à la limpidité ni à la couleur, dans les tubes qui restent encore. En ouvrant un tube, on constate que l'odeur de la matière est celle des œufs vieux ordinaires; comme dans ces derniers, la masse est alcaline, coagulable par la chaleur, par l'alcool et par les acides; cuite, elle a le même goût qu'un œuf récemment brouillé qu'on fait cuire en même temps. Au microscope, nul organisme n'apparaît, même après l'addition d'eau.

Ainsi, dans ces expériences, le mélange est resté sain, malgré le contact de l'air, lequel pourtant s'est renouvelé sans cesse, par suite des variations de température et de pression, mais en déposant sur les parois du tube effilé tous les germes et particules solides qu'il pouvait contenir. Le volume d'air qui entre ainsi dans un vase est très-notable. M. Balard a calculé que dans un ballon contenant 200 centimètres cubes d'air, en supposant que la température varie de 10 degrés de la nuit au jour, il entre approximativement $1 \frac{1}{2}$ litre d'air dans l'intervalle de sept mois (1).

Le 3 octobre 1874, j'ai fait l'analyse de l'air contenu dans un tube, et j'ai trouvé :

Acide carbonique.....	0,5 pour 100.
Oxygène.....	19,8 »
Azote.....	79,7 »

Comme on le voit, il reste, même après vingt mois, une quantité d'oxygène presque égale à la proportion de ce gaz contenue normalement dans l'air. Il s'est formé un peu d'acide carbonique, ce qui indique

(1) *Rapport sur les expériences relatives à la génération spontanée. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. LX, séance du 20 février 1865.)*

une très-légère oxydation des matières de l'œuf. L'oxydation des matières organiques au contact de l'air pur a été remarquée depuis longtemps par M. Pasteur, qui a constaté qu'elle varie d'intensité avec la nature de ces matières, qu'elle est plus forte pour le lait, par exemple, que pour l'urine ou l'eau de levûre sucrée (¹).

Afin de renouveler l'air d'une façon plus complète que par les variations de pression, j'ai adapté à la pointe effilée C (*fig.* 5) un système aspirateur formé d'un ballon muni de robinets, dans lequel on peut faire un vide partiel à l'aide d'une pompe à main, et j'ai fait communiquer le tube B avec un tube fin d'argent chauffé par une lampe à alcool. Le vase contenant la matière en expérience était placé dans un bain-marie, à une température de 25 degrés environ. La rentrée de l'air était réglée à l'aide d'un petit flacon laveur F et du robinet *r* du ballon. Les tubes en caoutchouc reliant entre elles les différentes parties de l'appareil avaient été portés à 100 degrés dans l'eau bouillante; enfin les extrémités du tube d'argent étaient refroidies dans de petits godets pleins d'eau, pour éviter de fondre le caoutchouc.

J'ai maintenu dans ces conditions, pendant plus d'un mois, un tube contenant le mélange inaltéré du blanc et du jaune d'œuf, en faisant circuler de l'air tous les deux jours. La matière ne s'est pas modifiée: elle est restée aussi saine qu'au début de l'expérience. La présence de l'air, et même d'un air constamment renouvelé, ne suffit donc pas pour déterminer la décomposition des matières animales les plus altérables.

Cependant le mélange conservé à l'air pur n'a point perdu son aptitude à subir la putréfaction. J'ai pris, par exemple, le 5 juin, avec un fil de platine chauffé, quelques organismes à la surface du plancher de la chambre à air d'un œuf pourri, et j'ai laissé tomber ce fil de platine dans l'un des tubes. Le 10 juin, la couche limpide s'était troublée à la surface, par suite de la multiplication des bactéries; le trouble s'est étendu les jours suivants à toute la masse, et au bout d'un mois celle-ci avait une teinte livide et exhalait une forte odeur putride; au microscope, abondance de bactéries et de vibrions.

(¹) PASTEUR, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LVI, séance du 20 avril 1863.
Annales de l'École Normale. 2^e Série. Tome IV.

2° *Expérience avec le blanc seul.* — Le 17 et le 18 mars, j'ai traité dix œufs de poule frais, comme il a été dit plus haut pour le blanc. Les tubes de prise ont été mis à la température moyenne de 25 degrés. Le liquide est resté parfaitement limpide dans tous les tubes, tandis que dans un tube témoin, préparé sans précaution, il s'est développé des bactéries et des moisissures. Le blanc conservé n'a point perdu son altérabilité, car il a suffi de laisser tomber dans l'un des tubes de l'expérience quelques organismes provenant d'un œuf pourri pour que cinq jours après, comme avec les œufs brouillés, la limpidité ait disparu, et que l'altération ait été générale avec développement de petits infusoires.

L'analyse de l'air contenu dans un tube a donné :

Acide carbonique.....	0,6
Oxygène.....	18,5
Azote.....	80,9
	<hr/>
	100,0

Le blanc seul n'est donc point plus oxydable que le mélange du blanc et du jaune.

Dans les expériences précédentes, les tubes préparés avec soin sont tous restés sains. On pourrait se demander la cause de ce fait, sachant par les observations antérieures que la proportion des œufs qui s'altèrent est très-variable, et surtout en admettant que les germes d'organismes préexistent dans les œufs susceptibles de s'altérer. Il semble qu'un certain nombre de préparations auraient dû donner une altération quelconque. Nous remarquerons d'abord que les mélanges de blanc et de jaune provenaient d'œufs restés sains pendant plus d'un mois, à 25 degrés, et dans lesquels, par conséquent, il ne devait pas exister d'organismes, car, sans cela, ils eussent été gâtés depuis plusieurs jours. Quant aux blancs, ils venaient, il est vrai, d'œufs frais; mais, comme les organismes renfermés dans l'œuf, au moment de la ponte, sont rares et déposés vraisemblablement dans l'épaisseur des membranes ou dans le blanc tout près d'elles, on conçoit qu'une prise faite sur une partie seulement du contenu, en attaquant un seul point de la membrane, se conserve très-bien, tandis que toute la masse de l'œuf, maintenue au contact de tous les points de la membrane, se serait altérée en peu de temps. Dans ce genre d'expériences, la proportion des œufs gâtés doit donc diminuer; car, pour obtenir l'altération, il faut

avoir la chance de recueillir, en même temps que les matières de l'œuf, un ou plusieurs des germes qu'il porte en lui-même. Ce sera facile si l'œuf est déjà en voie d'altération; ce sera très-rare s'il est encore frais.

Il importe peu d'ailleurs qu'il se soit trouvé, ou non, des tubes altérés; ce que je voulais prouver, ce n'est pas que les œufs se corrompent, mais bien qu'il y a des œufs brouillés qui ne se corrompent pas.

La méthode expérimentale qui vient d'être décrite, et dont le principe a été si heureusement imaginé par M. Pasteur, présente l'avantage considérable de pouvoir faire passer dans un récipient convenablement préparé, et d'exposer au contact de l'air pur, un liquide organique quelconque, *dans l'état même où il se trouve*, c'est-à-dire avec tous les éléments figurés, cellules ou proto-organismes qu'il peut contenir, sans qu'il ait subi l'action d'une température élevée. C'est le seul procédé qui permette de détruire et d'éloigner les germes atmosphériques, dont le développement troublerait celui des germes normalement renfermés dans ce liquide. De la sorte, toute transformation capable de se manifester dans les matériaux recueillis, en présence de l'air, ou mieux de l'oxygène, s'accomplit aisément à l'exclusion de toute autre. Ce procédé est bien supérieur, par exemple, à celui que M. Béchamp voudrait lui substituer, et qui consiste à soumettre la liqueur à conserver à l'action d'une dose non coagulante de créosote ou d'acide phénique. L'introduction de produits antiseptiques ne peut que troubler les réactions naturelles, soit qu'ils interviennent directement dans ces réactions, soit qu'ils empêchent à la fois la naissance et l'évolution des ferments de l'atmosphère et de ceux qui préexistent dans les liquides (1).

(1) Dans la Note que j'ai déjà citée, du 8 septembre 1873, M. Béchamp oppose de nouveau sa méthode à celle de M. Pasteur. « Il est donc démontré, dit-il, que la nouvelle méthode empêche les fermentations, parce qu'elle s'oppose à la naissance des ferments organisés par les germes atmosphériques. La méthode de M. Pasteur empêche les mêmes manifestations, parce qu'elle tue les germes ou s'oppose à leur arrivée dans le milieu fermentescible. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVII, p. 616.) De l'avis même de M. Béchamp, cette dernière a donc sur l'autre le double avantage de tuer, non simplement de paralyser les ferments figurés et de n'introduire rien d'étranger dans les liqueurs fermentescibles.

2. *Putréfaction dans des œufs d'oiseaux autres que ceux de la poule.*
— Cette étude a complètement confirmé les résultats qu'avaient donnés les œufs de poule.

Œufs de dinde. — Le 17 janvier, mis à l'étuve dans un cristalliseur dix œufs de dinde brouillés et douze non brouillés. Les derniers œufs examinés l'ont été le 7 mars. Voici le résultat :

Œufs brouillés.

Pourris	6
Non pourris	4
Total	<u>10</u>

Œufs non brouillés.

Pourris	9
Non pourris	3
Total	<u>12</u>

Tous les œufs pourris présentent des organismes en nombre variable; ce sont surtout des bactéries très-petites, très-pâles et très-mobiles, que j'ai déjà signalées. Tous les œufs non pourris sont sans organismes.

Œufs de cane. — 1° Expérience du 28 décembre 1872.

Œufs brouillés.

Pourris	1
Non pourris	6
Total	<u>7</u>

Œufs non brouillés.

Pourris	3
Non pourris	5
Total	<u>8</u>

2° Expérience du 26 avril 1873.

Œufs non brouillés.

Pourris	18
Non pourris	18
Total	<u>36</u>

Les œufs de cane ont la coque plus épaisse que les œufs de poule ; le jaune est enfermé dans une membrane résistante qui se rompt difficilement par l'agitation et qui empêche le mélange intime du blanc et du jaune.

OEufs de pigeon. — Ces œufs se sont comportés comme ceux de poule et comme les précédents.

OEufs d'autruche. — J'ai déjà dit que, lorsqu'ils pourrissent, ils contiennent des vibrions très-nets.

Ainsi, quel que soit le volume, quelles que soient la densité et l'épaisseur de la coque, le résultat est général.

3. *Influence de l'eau introduite à travers la coquille.* — Dans quelques-unes de ses expériences, M. Donné a fait pénétrer de l'eau dans des œufs et a constaté que, dans tous les cas, la putréfaction se déclarait rapidement, sans que la matière décomposée offrît la moindre trace d'êtres organisés du règne végétal ou du règne animal.

Rien n'est plus facile que de faire entrer de l'eau à travers la coquille. Pour cela, on place les œufs dans un vase plein d'eau, sous la cloche de la machine pneumatique ; en faisant le vide, les gaz de l'intérieur se dégagent par une multitude de points. Quand le dégagement a cessé, on rétablit la pression en laissant rentrer l'air extérieur sous la cloche, et ainsi l'eau chassée par l'excès de pression s'introduit par tous les pores. C'est une expérience classique connue depuis longtemps.

La quantité d'eau qui entre dans un œuf augmente avec l'âge de l'œuf, c'est-à-dire avec la capacité de sa chambre à air. Cela est établi par les pesées suivantes :

1° OEufs frais pondus depuis deux et trois jours :

N ^{os}	Poids sans eau.	Poids avec eau.	Augmentation.
1.....	63, ^{gr} 06	63, ^{gr} 96	0, ^{gr} 90
2.....	63,56	63,95	0,39
3.....	63,47	64,58	1,11
4.....	63,20	63,74	0,54
5.....	58,97	59,55	0,58
6.....	56,68	57,23	0,55

2° OEufs vieux conservés à 10 degrés pendant un mois :

N ^{os}	Poids sans eau.	Poids avec eau.	Augmentation.
1.....	60, ^{gr} 95	62, ^{gr} 18	1, ^{gr} 23
2.. .. .	60,93	62,54	1,61
3.....	59,03	60,63	1,60
4.....	59,22	(S'est brisé)	»
5.....	51,59	52,87	1,28
6.....	49,76	50,35	0,59

3° OEufs vieux conservés à 20 degrés pendant un mois et demi :

N ^{os}	Poids sans eau.	Poids*avec eau.	Augmentation.
1.....	46, ^{gr} 50	52, ^{gr} 51	6, ^{gr} 01
2.....	49,09	56,49	7,40
3.....	48,00	51,99	3,99
4.....	52,16	58,87	6,71
5.....	40,32	46,43	6,11
6....	36,61	37,90	1,29

On voit l'influence de l'âge. Pour des œufs de même âge, placés dans les mêmes conditions, le poids d'eau qui pénètre à travers la coque varie beaucoup. Ces variations, qui n'ont rien de commun avec le volume, tiennent sans doute à la différence de perméabilité des coquilles.

Les œufs brouillés absorbent moins d'eau que les œufs non brouillés. Voici quelques pesées comparatives :

OEufs *brouillés* conservés à l'étuve depuis le 13 février et agités le 24 mars :

N ^{os}	Poids sans eau.	Poids avec eau.	Augmentation.
1.....	53, ^{gr} 95	54, ^{gr} 43	0, ^{gr} 48
2	48,84	50,50	1,66
3.....	47,60	47,82	0,22
4.....	40,80	40,89	0,09
5.....	37,10	37,13	0,03
6.....	38,16	38,38	0,22

OEufs *non brouillés* conservés, comme les précédents, depuis le 13 février et mis en expérience le 25 mars :

N ^{os}	Poids sans eau.	Poids avec eau.	Augmentation.
1.....	39,62 ^{gr}	44,97 ^{gr}	5,35 ^{gr}
2.....	52,18	56,32	4,14
3.....	51,84	60,30	8,46
4.....	51,17	58,71	7,54
5.....	58,83	63,64	4,81
6.....	43,17	47,97	4,80

Ainsi l'augmentation de poids est considérable avec les œufs non brouillés, et très-faible avec les œufs agités et brouillés; elle est toujours très-variable pour une même série (1).

Avec les œufs non brouillés, on peut avoir des différences nulles et même des pertes de poids. Par exemple, avec des œufs conservés à l'étuve depuis le 8 février, et brouillés le 22 mars, j'ai obtenu le résultat suivant :

N ^{os}	Poids avant.	Poids après.	Augmentation.
1.....	54,45 ^{gr}	58,56 ^{gr}	+ 3,11
2.....	51,24	51,33	+ 0,09
3.....	58,05	58,05	0,00
4.....	44,18	44,45	+ 0,27
5.....	40,81	40,71	- 0,10
6.....	37,86	37,98	+ 0,12

Dans cette expérience, un peu d'albumine avait traversé la coque et

(1) La chambre à air se réduit rarement à zéro; jamais elle ne contient de liquide, bien que les pores par où pénètre l'eau existent sur toute l'étendue de la coque, aussi bien en regard de la chambre à air que sur les autres parties. Cela s'explique par le grand pouvoir endosmotique des membranes de l'œuf qui fait pénétrer dans le blanc, à travers le plancher de la chambre à air, toute l'eau primitivement contenue dans cette chambre. On peut le vérifier directement.

J'ai montré que le pouvoir endosmotique des membranes de l'œuf est considérable de la surface extérieure à la surface intérieure et presque nul en sens inverse. (*Voir aux Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 23 mars 1874.*)

flottait dans l'eau où plongeaient les œufs : ainsi s'expliquent les différences négatives ou nulles.

La quantité d'albumine qui sort au moment où l'on fait le vide est trop faible pour rendre compte de la façon différente dont se comportent les œufs brouillés et les œufs non brouillés. Il est probable que l'air dissous par l'agitation dans les premiers, et retenu dans des bulles à parois visqueuses, a de la peine à se dégager dans le vide, qu'il provoque par sa dilatation une augmentation du volume des bulles, et presse le contenu contre les parois de la coque, assez même pour en faire sortir. Les pores, ainsi embarrassés et à moitié fermés, ne laissent plus passer facilement l'eau extérieure lorsqu'on rétablit la pression atmosphérique. La pression intérieure ayant aussi moins diminué que dans un œuf intact, l'eau se trouve, pour cette nouvelle cause, poussée moins fortement, et pénètre en quantité plus faible que dans un œuf non agité. On observe d'ailleurs que dans le vide le dégagement gazeux est toujours beaucoup plus abondant avec les œufs non agités qu'avec les autres.

J'ai fait avec l'eau un très-grand nombre d'expériences. J'ai trouvé, comme M. Donné, que la facilité avec laquelle s'altèrent les œufs ainsi préparés est extrême, et que, généralement après quinze jours de séjour à l'étuve, la putréfaction, quand elle se déclarait, était complète; mais, contrairement aux observations de ce savant, j'ai toujours trouvé des organismes, bactéries ou vibrions, à l'intérieur des œufs pourris dans ces conditions.

S'il est rare, dans ces expériences, de ne pas avoir la putréfaction, on peut cependant, en prenant les précautions convenables, introduire de l'eau dans les œufs sans qu'elle se produise. D'où peuvent venir, en effet, les organismes qui dans ce cas provoquent la putréfaction? Ils peuvent exister dans l'intérieur de l'œuf ou être amenés de l'extérieur par l'eau qui pénètre à travers la coque. La première origine explique la putréfaction des œufs ordinaires; la seconde prend ici une importance considérable, car l'eau avec laquelle on opère, le vase qui la contient et surtout la surface des œufs, sont des sources extrêmement abondantes d'êtres microscopiques. Si donc on opère sans précautions, toutes ces causes d'altérations s'ajouteront à celles qui sont naturellement dans l'œuf, et l'on attribuera à l'eau seule les modifications dues exclusivement aux organismes qu'elle apportait avec elle. Que l'on

prenne au contraire le soin de chauffer préalablement le vase, de faire bouillir l'eau, de passer rapidement les œufs dans la flamme à alcool, et l'on éliminera la plus grande partie et quelquefois la totalité des causes extérieures dont nous venons de parler. Il ne restera que les causes intérieures, celles qui agissent seules dans les conditions ordinaires de la putréfaction. En opérant ainsi, on peut obtenir des œufs qui ne s'altèrent point. Je citerai les expériences suivantes :

1° Le 29 mars, je fais pénétrer de l'eau de levûre bouillie dans six œufs un peu vieux. Malgré cet élément nouveau, si facilement altérable, je trouve que, même après un mois et demi de séjour à l'étuve, deux de ces œufs sont restés sans organismes et sans putréfaction, tandis que les quatre autres se sont pourris rapidement avec production d'organismes nombreux.

2° Le 29 juin, je fais pénétrer de l'eau distillée bouillie dans quatre œufs frais et je les abandonne à la température ambiante de l'été. Un mois et demi après, je trouve trois œufs parfaitement sains; le quatrième est complètement pourri avec organismes nombreux mobiles et immobiles.

3° Expérience avec l'eau distillée bouillie et six œufs frais. Un mois après, aucun de ces œufs ne s'est gâté. Cependant ils avaient bien absorbé de l'eau, car dans quatre œufs, frais aussi, placés dans les mêmes conditions, il est entré une moyenne de 1^{er},34 d'eau par œuf.

4° Autre expérience avec six œufs vieux, mais après avoir fait bouillir l'eau distillée sous pression à la température de 105 degrés. Un mois après, tous ces œufs sont sains, malgré la grande quantité d'eau qu'ils avaient absorbée.

Je pourrais encore multiplier les exemples; mais ceux-là suffisent pour montrer que l'on peut faire entrer de l'eau dans des œufs sans qu'ils se putréfient, que l'eau soit pure ou riche en éléments nutritifs, que les œufs soient vieux ou jeunes, que la température à laquelle on les expose soit celle d'une étuve ou celle de l'été; on voit seulement que plus on prend de précautions pour éloigner les germes de la surface et de l'eau employée, plus on écarte les causes d'altération.

4. *Putréfaction dans quelques gaz différents de l'air.* — La putréfaction est généralement attribuée à l'influence de l'air. Les œufs que j'ai obtenus pourris sous le mercure, et dans lesquels la petite quantité d'oxygène de la chambre à air a été rapidement absorbée, ont montré que cet élément gazeux n'est point nécessaire, du moins dans la plus grande partie du phénomène.

Il paraît être inutile même au début, car j'ai eu des œufs pourris dans

des conditions où il n'existait point du tout d'oxygène. Ainsi un œuf de poule a été renfermé dans un gros tube de verre muni d'un tube abducteur. Avec la machine pneumatique à mercure, le vide complet a été fait et maintenu pendant quelques jours; puis on a rempli l'appareil avec de l'hydrogène pur. Le tube, fermé à la lampe et détaché de la machine, a été conservé à l'étuve pendant plusieurs mois. L'œuf s'est pourri, et le gaz intérieur, dont la pression avait augmenté, contenait, outre l'hydrogène, de l'hydrogène sulfuré et de l'acide carbonique, avec des traces d'azote. Dans cette expérience, tout le gaz contenu dans la chambre à air, et même celui qui pouvait être dissous dans le blanc, avait été enlevé par le vide (¹).

L'expérience, répétée sans introduire de l'hydrogène, a donné le même résultat.

Voici maintenant ce que j'ai obtenu à la pression ordinaire, avec l'hydrogène et l'acide carbonique, comparativement avec l'air :

Le 17 décembre 1872, j'ai placé respectivement sous trois cloches tubulées, exactement appliquées sur un disque de verre dépoli, six œufs brouillés et six œufs non brouillés. Dans la première cloche, j'ai fait passer à plusieurs reprises un courant d'hydrogène; dans la seconde, de l'acide carbonique, et dans la troisième de l'air ordinaire. La température était de 25 degrés environ (²).

Les œufs ont été examinés à diverses époques, les derniers en avril et mai 1873 :

		<i>Air.</i>			
		Non agités.	Agités.		
<i>a.</i>	Sain; pas d'organismes.			<i>α.</i>	Pas putride; pas de bactéries; moisissures.
<i>b.</i>	Id. Id.			<i>β.</i>	Pas putride; pas de bactéries; moisissures.
<i>c.</i>	Id. Id.			<i>γ.</i>	Sain; pas d'organismes.

(¹) Lorsqu'on maintient des œufs entiers, frais et sains, dans le vide produit par la pompe à mercure, on obtient un dégagement continu de gaz, où domine l'acide carbonique. Ce phénomène, dont je poursuis l'étude, a peut-être quelque analogie avec les faits observés par MM. N. Gréhant et E. Modrzejewski sur le sang et le blanc d'œuf. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 27 juillet 1874.)

(²) Dès le 23 décembre, les œufs placés dans l'atmosphère d'hydrogène étaient recouverts de petites taches blanches circulaires, d'un aspect pulvérulent, et de houppes blanches de moisissures. Rien de semblable dans l'acide carbonique ni dans l'air.

Non agités.		Agités.	
d.	Sain; pas d'organismes.	δ.	Sain; pas d'organismes.
e.	Id. Id.	ε.	Putride; vibrions.
f.	Id. Id.	ζ.	Pas putride; pas de bactéries; moisissures.

Acide carbonique.

Non agités.		Agités.	
a'.	Putride; vibrions.	α'.	Putride; vibrions.
b'.	Sain; pas d'organismes.	β'.	Id. Id.
c'.	Putride; vibrions.	γ'.	Id. Id.
d'.	Sain; pas d'organismes.	δ'.	Id. Id.
e'.	Id. Id.	ε'.	Id. Id.
f'.	Putride; vibrions.	ζ'.	Id. Id.

Hydrogène.

Non agités.		Agités.	
a''.	Putride; vibrions; moisissures.	α''.	Putride; vibrions.
b''.	Putride; vibrions.	β''.	Id. Id.
c''.	Id. Id.	γ''.	Id. Id.
d''.	Id. Id.	δ''.	Id. Id.
e''.	Id. Id.	ε''.	Putride; vibrions; moisiss. (1).
f''.	Id. Id.	ζ''.	Putride; vibrions.

On voit donc que dans l'hydrogène et l'acide carbonique, c'est-à-dire dans des gaz qui ne renferment pas d'oxygène, des œufs, agités ou non, pourrissent aussi bien que dans l'air. Il semble même qu'ils y pourrissent plus facilement. Dans tous les œufs sains, je n'ai point rencontré d'organismes microscopiques; dans tous les œufs pourris, au contraire, j'ai vu de petits infusoires de la nature des vibrions.

L'odeur qui se dégage des œufs pourris dans l'hydrogène et dans l'acide carbonique rappelle celle de tous les œufs pourris sans air.

La réaction est alcaline dans l'acide carbonique et dans l'hydrogène, tandis qu'elle est légèrement acide dans l'air.

Les résultats précédents diffèrent de ceux que M. Crace-Calvert a publiés dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (2). L'auteur a

(1) On remarquera que les moisissures de la surface n'ont pénétré que dans deux œufs.

(2) T. LXXXVII, p. 1024; 1873.

trouvé en effet, en cherchant l'influence qu'exercent certains gaz sur la conservation des œufs, que dans l'hydrogène les œufs, entiers ou percés, tout en se recouvrant d'un léger duvet de moisissures, restent sains et que, dans l'acide carbonique, ils n'offrent même pas de moisissures. Il est possible que la contradiction que je signale soit due à la différence des températures auxquelles les expériences ont été faites. M. Crace-Calvert, préoccupé seulement de conserver les œufs, avait dû les laisser à la température ordinaire, tandis que dans mes essais je les ai toujours placés à la température moyenne de 25 degrés.

5. *De la putréfaction dans les œufs non fécondés.* — Il m'a semblé intéressant de rechercher si le degré d'altérabilité des œufs dépend en quelque chose de leur fécondation. J'y ai d'ailleurs été conduit par la divergence que j'ai remarquée dans les observations de Réaumur et quelques expériences de MM. Prévost et Dumas.

Ainsi Réaumur s'exprime en deux endroits de la façon la plus différente. On lit en effet, dans ses *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes* : « Dans l'air qui n'a que le degré de chaleur que nous appelons du froid, l'œuf se conserve sain pendant un temps assez long; l'œuf se corrompt s'il est dans un air chaud, et se corrompt d'autant plus vite que la chaleur de l'air est plus considérable; et cela pourtant seulement jusqu'à ce que la chaleur qui agit sur l'œuf soit à un certain degré; si elle passe ce degré, elle produit le développement et l'accroissement du poulet. Alors l'œuf ne se corrompt point; si la même chaleur agissait sur un œuf qui ne fût pas fécondé, elle le ferait corrompre très-vite (1). »

On lit, au contraire, dans son *Art de faire éclore et d'élever en toute saison des oiseaux domestiques* : « Quand les œufs n'ont point de germe, ils ne sont point sujets à se corrompre (2). » Réaumur revient plus tard sur le même sujet et cite par exemple l'expérience suivante : « J'ai tenu, dit-il, quatre poules sans coq dans une grande cage où rien d'ailleurs ne leur manquait; elles y ont pondu. J'ai fait couvrir les premiers œufs qu'elles m'ont donnés; pendant quelques semaines, des poulets en

(1) T. II, p. 44.

(2) T. I, p. 251.

sont éclos et ont péri dans la coquille. Enfin est venu un temps où les œufs qui avaient été fécondés avant que les poules eussent été renfermées dans la cage ont été épuisés ; tous ceux qu'elles ont pondus dans la suite sont restés clairs dans le four où ils ont été couvés ; il ne s'y est point formé de poulets et ils ne s'y sont point corrompus ; ils sont restés sains, quoiqu'ils aient été environnés d'un air chaud, à ce degré qui fait éclore les poulets, pendant plus de trente, et quelquefois pendant quarante à cinquante jours (1). »

Et comme conséquence, Réaumur propose un moyen nouveau de conserver les œufs : « Pour avoir des œufs qui se conserveraient depuis le printemps jusqu'au milieu ou jusqu'à la fin de l'hiver, il ne faudrait donc que priver les poules de tout commerce avec les coqs. »

MM. Prévost et Dumas, tout en remarquant que les œufs non fécondés peuvent supporter « l'incubation ordinaire sans manifester de symptômes de putréfaction appréciables », citent cependant une expérience où trois œufs stériles sur douze ont exhalé une très-grande puanteur pendant la durée d'une incubation, c'est-à-dire au moins pendant trois semaines. « Il n'en est pas de même, disent-ils, si l'on continue, et vers le trentième ou quarantième jour ils exhalent tous une odeur infecte, qui se perçoit aisément, même à travers la coquille (2). »

Mes expériences ont été faites à 25 degrés, température à laquelle la putréfaction dans les œufs ordinaires s'est maintes fois déclarée :

1° Je me suis procuré une poule jeune, qui n'avait jamais pondu, et je l'ai tenue privée de coq. Elle m'a donné, en deux périodes, vingt-deux œufs que j'ai numérotés et mis au frais, c'est-à-dire à 10 degrés environ, à mesure qu'ils étaient pondus, jusqu'à ce que j'eusse recueilli le dernier.

Le 10 avril, tous les œufs ont été mis à l'étuve. Le 11 juin, deux mois après, ils sont tous transparents au mirage et paraissent conservés ; je les agite, je les brouille, et ils restent encore plusieurs mois à l'étuve sans éprouver de putréfaction.

2° L'expérience suivante a été faite avec des œufs pondus par des poules différentes, qui ont été privées de coq, à partir du jour où le premier œuf a été recueilli. J'ai mis trente-deux de ces œufs à l'étuve, et quelques jours

(1) T. II, p. 289.

(2) *Annales des Sciences naturelles*, 1^{re} série, t. IV, p. 50.

après j'en ai agité et brouillé la moitié. Voici le résultat obtenu après trois mois :

État des œufs.	OEufs brouillés.	OEufs non brouillés.
Altérés.....	5	3
Non altérés.....	11	13
Totaux.....	16	16

Inutile d'ajouter que les œufs altérés contenaient un très-grand nombre d'organismes microscopiques.

On sait qu'une poule peut donner six à huit œufs féconds après son dernier accouplement avec un coq; il serait donc possible qu'une grande partie des œufs gâtés dans cette dernière expérience, et peut-être ceux qui se sont pourris dans les expériences de MM. Prévost et Dumas, fussent des œufs de cette sorte; le résultat obtenu avec les œufs véritablement stériles de la première expérience semblerait confirmer cette hypothèse.

Rien ne prouve cependant que, parmi les œufs altérés, il n'y avait pas aussi des œufs non fécondés; car le fait seul de l'absence de *germes* ne suffit point, comme le pensait Réaumur, pour empêcher l'altération des œufs *clairs*. En effet, si l'on ouvre un de ces œufs à l'air ordinaire ou si l'on y fait pénétrer des organismes, il manifeste bientôt tous les caractères d'une putréfaction véritable, avec développement de nombreux vibrioniens.

Les œufs non fécondés paraissent toutefois résister plus longtemps que les autres à la putréfaction; mais il faut en chercher la cause dans l'absence d'organismes, soit dans leurs masses, soit à la surface de leurs membranes. J'essayerai plus loin d'en rendre compte.

6. *Altérations des embryons de poulets morts dans leurs coques.* — J'ai recherché quelles altérations les embryons de poulets morts dans leurs coques pouvaient éprouver, et si, dans le cas de la putréfaction, ils étaient le siège du développement d'organismes microscopiques. J'ai déjà dit que M. Donné était arrivé, pour ce cas particulier, à un résultat général rappelant celui qu'il avait observé avec les œufs ordinaires non soumis à l'incubation, à savoir que les embryons morts ne tardaient pas à présenter les caractères de la putréfaction, mais

que jamais il ne s'y trouvait le moindre être organisé. Cependant MM. Béchamp et Estor, recherchant un peu plus tard le rôle des microzymas dans le développement du poulet, ont observé des bactéries dans les organes et dans les membres d'un embryon mort.

Le 25 mars 1873, j'ai mis onze œufs à l'incubation dans une étuve dont la température moyenne est restée de 38 degrés; les œufs étaient déposés dans une cuvette plate en porcelaine. Les cinq premiers ont été retirés au bout de six jours, les autres au bout de dix jours. Par une simple exposition à la température ordinaire, les embryons sont morts dans leurs coques; je les ai ensuite placés dans une autre étuve dont la température moyenne était de 25 degrés.

OEufs retirés après six jours d'incubation.

Nos

1...	Examiné le 31 mars.	Embryon bien développé.
2...	Examiné le 21 mai.	Clair; pas d'embryon; non altéré.
3...	Id.	Id. Id. Id.
4...	Id.	Embryon bien développé; pas de putréfaction.
5...	Id.	Embryon bien développé; putréfaction déclarée; organismes sur le plancher de la chambre à air, entre la coque et la membrane, dans la masse de l'embryon.

OEufs retirés après dix jours d'incubation.

6...	Examiné le 4 avril.	Embryon bien développé.
7...	Examiné le 22 mai.	Clair; pas d'embryon; non altéré.
8...	Id.	Embryon mal développé adhérent à la coque, entouré de petits mamelons blancs cristallins; point putride; pas d'organismes.
9...	Id.	Embryon bien développé, flasque, se déchire facilement; cristaux; pas de putréfaction; pas d'organismes.
10...	Id.	Comme le numéro 9.
11...	Id.	Comme le numéro 9.

Ces trois derniers sont surtout caractérisés par une odeur fade, mais non putride; par l'absence d'organismes dans les différentes parties des membranes et des tissus; par la grande flaccidité du petit embryon, sa faible résistance à la traction; par une multitude d'aiguilles isolées ou formant des mamelons blancs dans les divers organes : cœur, poumon,

foie, intestin, masse cérébrale; enfin par la disparition des globules sanguins et une coloration plus brune que dans les embryons de six jours.

Les embryons n^{os} 1 et 6, mis dans l'eau, n'ont pas tardé à se putréfier en dégageant une odeur repoussante, avec production de nombreux bâtonnets très-agiles.

Dans d'autres expériences, j'ai fait périr l'embryon après quinze et vingt jours d'incubation, et j'ai obtenu les mêmes résultats : quelques œufs dans lesquels l'embryon était en pleine putréfaction, avec bâtonnets mobiles; les autres, dans lesquels l'embryon, pas le moins du monde putride, présentait une altération spéciale, caractérisée toujours par l'absence d'organismes, par une odeur fade, des cristaux, etc., comme plus haut; seulement, dans ce cas, les tissus étaient beaucoup plus foncés, ils avaient pris une teinte rouge brun, et les cadavres étaient comme injectés par une sérosité sanguinolente.

La flaccidité va en diminuant quand l'âge de l'embryon mort augmente, ou, du moins, il faut plus longtemps à un embryon de vingt jours pour présenter complètement ce caractère qu'à un embryon de dix jours, et surtout de six jours. Elle était assez considérable avec ces derniers pour qu'en suspendant le petit poulet par une patte le reste du corps se détachât de lui-même.

La différence précédente peut tenir à plusieurs causes. La formation des tissus et des os est beaucoup moins avancée dans un jeune embryon, et la résistance de ces éléments est moindre; en outre, le petit poulet baigne encore dans une couche épaisse de blanc, dont l'humidité est sans doute favorable aux réactions chimiques qui amènent sa désorganisation; enfin, l'incubation ayant duré moins longtemps, la quantité d'humidité disparue par évaporation est plus faible.

Ainsi les différents éléments du poulet sont, comme ceux de l'œuf, absolument imputrescibles, tant que des bactéries ou des vibrions, pour le développement desquels ils constituent un milieu éminemment favorable, n'ont pu y prendre naissance, par l'apport soit de leurs germes, soit d'individus tout formés. Cependant le poulet mort subit des modifications profondes, dont l'effet est surtout de désagréger les globules sanguins, de ramollir les tissus et de produire de nombreux cristaux. Cette altération est sans doute de même ordre que celles que

plusieurs auteurs, Réaumur ⁽¹⁾, M. Panceri ⁽²⁾, et plus récemment M. Ch. Rivière ⁽³⁾, ont signalées dans leurs écrits.

Ces faits rappellent ceux que l'on observe chez les Mammifères, lorsque le fœtus meurt dans le sein de la mère et y reste plusieurs jours ou plusieurs mois avant son expulsion.

On sait, en effet, que le fœtus mort qui séjourne dans la cavité utérine peut y subir trois modifications principales : la *macération*, la *momification*, la *putréfaction* ⁽⁴⁾.

Suivant les auteurs, les deux premiers états s'observent lorsque le fœtus est mort dans les premiers mois de la grossesse; le troisième ne se rencontre que dans les derniers mois, et seulement lorsque, par une cause quelconque, la cavité utérine a été mise en communication avec l'air extérieur. Dans ce cas, ce serait l'air, ou mieux l'oxygène de l'air, qui, en pénétrant dans l'utérus, provoquerait la putréfaction rapide du fœtus ⁽⁵⁾. Il ne m'a pas été donné d'observer de fœtus putréfié, et par conséquent je n'ai point pu constater si cette décomposition était corréla-

⁽¹⁾ Voir *Historique*.

⁽²⁾ *De la coloration de l'albumen des œufs de poule et des cryptogames qui croissent dans les œufs* (*Atti della Società italiana di Scienze naturali*, t. II; 1860). L'auteur cite un embryon de trois jours qui s'était conservé comme momifié, sans putréfaction.

⁽³⁾ *Deuxième Étude sur l'éducation des autruches en Algérie* (*Bulletin de la Société d'acclimatation*, septembre-octobre 1870). M. Ch. Rivière, voulant essayer d'achever l'incubation d'œufs d'autruche que le mâle avait abandonnés, les plaça dans une serre sur un lit de ouate recouvert d'une cloche. « Au bout d'une dizaine de jours de ce traitement, dit-il, n'obtenant aucun résultat, je fis céder la coquille et trouvai les petits parfaitement conformés, mais sans vie, sans cependant être entrés en décomposition. »

⁽⁴⁾ Dans la macération, l'odeur est douce, fade et pénétrante, la couleur est d'un rouge brun, plus ou moins vif, suivant la durée; la peau est imbibée par une sorte de sérosité sanguinolente qui soulève parfois l'épiderme sous forme de bulles; l'épiderme se détache avec facilité sur toute la surface du corps; le cadavre est d'une flaccidité telle que la tête, dont les os devenus mous et mobiles vacillent les uns sur les autres, s'aplatit sur elle-même sous l'influence de la pesanteur; enfin il y a absence complète de gaz dans la cavité utérine.

Dans la momification, le fœtus n'exhale aucune odeur; il a la peau sèche, comme tannée; les viscères sont presque atrophiés; on le dirait desséché, comme s'il était resté longtemps dans l'alcool.

Enfin la putréfaction du fœtus, semblable à toutes les décompositions de ce genre, s'accompagne de tuméfaction des parties, de dégagement de gaz, d'exhalaisons infectes et de coloration verdâtre des tissus.

⁽⁵⁾ On trouve des observations intéressantes et des renseignements précis sur ce sujet dans la thèse du D^r LEMPEUR : *Des altérations que subit le fœtus après sa mort dans le*

tive du développement d'organismes microscopiques; mais, depuis les recherches de M. Pasteur, cette corrélation n'est pas douteuse. Si l'air est nécessaire, il n'agit évidemment qu'en apportant ses germes, qu'il dépose dans un milieu dont la composition et la température sont très-propres à leur développement (1).

Je dois, en revanche, à l'obligeance de M. de Soyres, chef de la clinique d'accouchement de M. Depaul, d'avoir pu examiner à loisir un enfant mort-né dans un état de parfaite macération. L'observation que je rapporte avec détails dans la Note ci-dessous (2) ne laisse aucun doute; les modifications spéciales qui caractérisent la macération, et qui diffèrent de la putréfaction, ne sont point simultanées du développement de bactéries ou de vibrions. Le fœtus macéré présente donc à ce

sein maternel, 1867; — dans le Mémoire couronné du D^r SENTEX : *Des altérations que subit le fœtus après sa mort dans la cavité utérine et de leur valeur médico-légale*, 1868; — et dans l'article *fœtus*, de M. BAILLY, dans le *Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques*, du D^r Jaccoud.

(1) La *putréfaction* du fœtus n'arrive-t-elle que si l'air extérieur pénètre dans l'utérus? Je crois que, dans certaines circonstances, elle peut avoir pour cause des organismes venant de la mère, sans aucune influence de l'air extérieur.

(2) Le 22 juillet 1873, à 5 heures du soir, observation d'un enfant mort-né le 21 juillet à 7 heures du soir. Le fœtus est resté depuis sa naissance, c'est-à-dire pendant vingt-deux heures environ, enveloppé dans un linge, à la température d'un petit amphithéâtre, laquelle dans la journée a dépassé 30 degrés à l'ombre.

Le fœtus, de cinq mois et demi environ, est resté mort à peu près trois semaines dans le sein de sa mère, femme syphilitique.

État général. — Odeur un peu fade, mais non putride.

La tête est d'un gris foncé, le thorax et l'abdomen ont une coloration rouge brun beaucoup plus foncée à l'abdomen et surtout à la base du cordon ombilical; les membres ont la même couleur dans tous les points où l'épiderme est enlevé; celui-ci s'enlève d'ailleurs avec la plus grande facilité en pellicules blanches et minces, surtout aux membres; il est plus adhérent sur la peau de la tête.

Le cordon est verdâtre.

Flaccidité assez prononcée dans la partie abdominale, moins grande dans la région thoracique; la tête n'est pas aplatie.

Sérosité sanguinolente dans l'abdomen, dans le thorax et sous le cuir chevelu.

Les viscères ont en général une coloration rouge brun ou violet foncé.

Examen microscopique. — Surface de l'épiderme de l'abdomen dans le voisinage du cordon : milliers de vibrions et de bactéries; les bactéries sont fines et se mettent immédiatement en mouvement; les vibrions sont plus longs et plus larges; d'abord immobiles, ils prennent, après quelques minutes, le mouvement ondulatoire qui leur est propre. Ces vibrions rappellent tout à fait ceux de la fermentation butyrique.

Sérosité sanguinolente de l'abdomen, au-dessous du point précédent, étendue d'eau : quel-

point de vue une ressemblance parfaite avec les embryons de poulets morts dans leurs coques, et que la putréfaction n'a pas décomposés. Cette ressemblance s'ajoute aux caractères fournis par l'odeur, la couleur, la flaccidité, etc.

Une seule différence m'a paru exister entre le fœtus et le poulet, c'est la production de mamelons cristallins blancs, décomposables en aiguilles longues et fines, que l'on observe à la surface ou dans l'épaisseur des tissus du poulet, et que je n'ai point vus dans le fœtus macéré. Cette différence tient sans doute aux conditions mêmes où séjournent les deux cadavres : dans un cas, l'air extérieur pénètre aisément à travers la coque ; dans l'autre, au contraire, le fœtus reste baigné au milieu d'un liquide très-aqueux, sans aucune communication avec l'air extérieur.

Malgré cette différence, on peut dire que l'embryon de poulet qu'on

ques bactéries, rares, avec un grand nombre de points pâles, un peu allongées, ressemblant à des fragments de vibrions.

Même sérosité, du côté de la colonne vertébrale, au point diamétralement opposé au précédent : absolument rien d'organisé ; quelques cristaux allongés, mais non en aiguilles fines et déliées.

Masses gélatineuses rouge brun de l'intérieur des intestins : pas d'organismes, débris informes de cellules.

Sérosité sanguinolente du thorax : pas d'organismes ; débris amorphes ; pas de globules du sang, non plus que dans les préparations précédentes ; quelques cristaux légèrement teintés de rose, allongés, mais à contours très-irréguliers.

Fragment du foie : pas de globules du sang, pas de cristaux, pas d'organismes.

Sérosité sanguinolente du cuir chevelu ; masse un peu épaisse, plus rouge que les sérosités précédentes ; pas d'organismes ; pas de globules sanguins ; débris amorphes ; pas de cristaux.

Fragment du cerveau : pas d'organismes ; granulations nombreuses, serrées, et environ 25 à 30 globules par champ ; ces globules, de 5 à 8 μ , sont généralement circulaires ou un peu allongés ; ils sont tous granuleux ; sont-ce des noyaux de cellules ou des globules sanguins très-modifiés ? Pas de cristaux.

On remarquera que le fœtus dont il s'agit avait éprouvé un léger commencement de putréfaction, insensible par l'odeur, mais accusé par la coloration verdâtre du cordon ombilical et par les organismes, qui, après s'être développés à la surface extérieure de l'abdomen, commençaient déjà à pénétrer à l'intérieur. La preuve que les organismes observés à l'abdomen provenaient du dehors et n'avaient apparu que depuis l'expulsion du fœtus, c'est qu'ils y étaient très-rares et développés seulement dans la région immédiatement située au-dessous du cordon ombilical par où ils avaient évidemment passé. Ce commencement de putréfaction s'explique complètement par l'exposition du fœtus pendant vingt-deux heures à l'air d'une salle où la température s'est élevée à 30 degrés.

laisse mourir dans la coque et qu'on place ensuite à une température convenable, lorsqu'il ne se putréfie pas, éprouve une véritable *macération*.

La macération est plus rapide pour le fœtus que pour le poulet, puisqu'elle apparaît dès les premiers jours qui suivent la mort du petit dans le sein de la mère, tandis qu'elle n'est sensible dans les œufs qu'après quelques semaines. Cela s'explique par la température élevée et l'abondance du liquide où se trouve le fœtus; ce liquide, en effet, empêche la dessiccation du cadavre et facilite en même temps les réactions chimiques qui s'accomplissent dans sa masse.

Je n'ai pas observé d'embryon de poulet dont l'état rappelât la momification qu'on trouve chez le fœtus.

Les phénomènes que nous a fournis cette nouvelle étude nous montrent, comme dans l'étude des œufs ordinaires, le rôle important que jouent les organismes microscopiques dans la putréfaction en général. Nous voyons en outre que les matières animales complètement organisées peuvent rester au contact de l'air, pourvu qu'il soit pur, sans éprouver cette modification.

CHAPITRE II.

DE QUELQUES AUTRES ALTÉRATIONS DES OEUFS.

I. — *Moisissures.*

Les auteurs qui ont signalé et étudié des moisissures dans les œufs ne sont pas moins nombreux que ceux qui ont parlé de leur putréfaction.

Réaumur s'exprime ainsi : « Des observations plus rares m'ont fait voir que des particules qui doivent être incomparablement plus grossières que celles de l'air peuvent pénétrer dans les œufs. J'ai trouvé

des moisissures dans des œufs que j'avais cassés, bien par delà le terme où le poulet aurait dû naître; je n'ai pu apercevoir aucune fêlure à ces œufs; les physiiciens ont ennobli les moisissures, ils les ont élevées au rang des plantes, ils ont fait voir, et Micheli surtout, qu'elles viennent de graines: les graines de ces petites plantes avaient donc passé au travers de la coquille et de la membrane qui la tapisse (1). » Réaumur n'indique pas la nature de ces moisissures.

Dans son *Histoire naturelle des végétaux parasites*, M. Ch. Robin présente un résumé complet des études faites jusqu'à 1853, sur les Cryptogames qu'on rencontre dans les œufs (2): j'en rapporterai ici les principaux passages.

Mærklin (3), qui trouva un champignon filamenteux dans le blanc d'un œuf, lui donna le nom de *Sporotrichum albuminis*. Rayet (4) découvrit une autre moisissure, dont le mycélium formait une tache noire adhérente au jaune, et séparée de la coque par une couche de blanc; Montagne l'a décrite sous le nom de *Dactylium oogenum* (5).

Schenk donne une description incomplète, sans figures, d'un champignon trouvé dans un œuf dont le jaune était intact, mais dont le blanc était devenu brun noirâtre (6). Quoique favorable à la génération spontanée, l'auteur admet cependant que la moisissure qu'il a étudiée peut avoir pour origine une spore, et que cette spore, venue du dehors dans l'oviducte de la poule, a pu être englobée par l'albumine avant la formation de la coquille.

(1) RÉAUMUR, *Art de faire éclore et d'élever en toute saison les oiseaux domestiques*; 2^e édition, t. I, p. 253; 1751.

(2) CH. ROBIN, *Histoire naturelle des végétaux parasites qui croissent sur l'homme et sur les animaux vivants*, p. 543 et 604; 1853.

(3) MÆRKLIN, *Betrachtungen über die Urformen niederer Organismen*, p. 73; 1824. Heidelberg.

(4) RAYET, *Sur une Mucédinée qui se développe quelquefois sur les œufs de poule conservés pour les usages domestiques* (Soc. Phil. de Paris; séance du 9 juillet 1842. — *Arch. de Médecine comparée*, p. 59; 1843).

(5) MONTAGNE, *Description du DACTYLIUM OOGENUM, Moisissure trouvée par M. Rayet dans un œuf de poule*. (*Journal de l'Institut*, p. 408; 1842. — *Arch. de Médecine comparée*, p. 175.)

(6) SCHENK, *Ueber die Pilzbildung im Hühnereiern* (*Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Fuerzburg*. Erlangen, t. I, p. 73; 1850).

Wittich (¹), et peu après Harless, ont aussi observé des champignons dans des œufs de poule ou de cane; leurs descriptions phytologiques, sans figures, sont très-insuffisantes, mais l'état des œufs paraît exactement décrit. Wittich a cherché à montrer que les moisissures traversaient la coque en venant de l'extérieur; Harless (²), au contraire, a conclu que les végétations qu'il avait rencontrées n'avaient point pu pénétrer de l'extérieur à l'intérieur de l'œuf. Ces deux opinions contradictoires ne reposent ni l'une ni l'autre sur des expériences assez complètes pour être concluantes.

Parmi les observateurs qui ont le plus étudié les moisissures des œufs, Spring (³) est le premier qui ait institué systématiquement des essais dans le but de déterminer la nature et l'espèce de ces moisissures. Malheureusement les procédés de culture qu'il a employés comportent des causes d'erreurs graves, de sorte qu'il n'est point possible d'admettre ses conclusions. Ce n'est pas, en effet, en semant sans précautions un mycélium dans un liquide, ou en l'inoculant dans un œuf par un petit trou fait à la coque, qu'on peut espérer obtenir le développement exclusif du champignon semé. Il y a, au contraire, de nombreuses raisons pour qu'une spore étrangère tombant de l'air ou déposée dans les tubes, ou à la surface de la coque, se développe simultanément, peut-être même toute seule. Ainsi s'expliquent les résultats extraordinaires contenus, par exemple, dans la cinquième conclusion du Mémoire de Spring : « La même sporule devient *Sporotrichum* ou un mycélium sans fructifications, quand elle se développe dans l'albumine, *Aspergillus*, *Periconia*, *Hemiscyphæ*, ou *Mucor*, quand elle se développe à l'air sur une base albumineuse, et à une température de 35 degrés centigrades; elle devient *Penicillium* quand elle se développe à l'air libre sur une base albumineuse et à une température de 10 à 15 degrés centigrades. »

(¹) WITTICH, *Ueber Pilzbildung im Hühnerrei* (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, Leipzig, t. III, p. 213; 1851).

(²) HARLESS, *Zusätze zu Dr Wittich's Beobachtung von Pilzbildung im Hühnerrei* (même collection, t. III, p. 308).

(³) SPRING, *Des champignons qui se développent dans les œufs de poule* (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, t. XIX, 1^{re} partie, p. 573; 1852).

Depuis 1853, Kolaczek ⁽¹⁾ et Panceri ⁽²⁾ ont aussi décrit des champignons trouvés dans les œufs de poule. Le Mémoire du savant italien est de beaucoup le plus important.

« On les rencontre, dit Panceri, sous forme de poussières ou de boutons de couleur vert sombre ou incolore, de dimensions diverses. Quand ces boutons sont très-étendus, l'albumine reste emprisonnée dans le mycélium et ne coule pas; lorsqu'on brise la coque, elle se réunit au contraire sous forme de masse gélatineuse. » L'auteur figure quatre moisissures différentes : un *Sporotrichum*, un *Dactylium*, une forme qu'il signale le premier voisine du *Spondylocladium*, et enfin un mycélium vert foncé non fructifié, dont l'espèce resta par suite indéterminée.

Panceri, recherchant l'origine de ces moisissures, démontre qu'elles n'ont pu apparaître spontanément dans l'œuf, et dispose quelques expériences destinées à faire voir que le mycélium peut pénétrer de l'extérieur à l'intérieur de la coquille. Il trouve, par exemple, qu'à 22 degrés environ, dans une atmosphère humide, la simple application, sur la surface extérieure de la coque, de certaines espèces de moisissures, suffit pour faire pénétrer le végétal à l'intérieur. L'expérience réussit parfaitement avec le *Sporotrichum albuminis*, et aussi avec une variété du *Verticillium*.

Cependant, à l'intérieur de quelques œufs soumis à ses essais, Panceri trouve, à côté de moisissures identiques à celles de l'extérieur, d'autres formes très-différentes, notamment la Mucédinée qu'il a rapprochée du *Spondylocladium*. On ne pouvait pas admettre dans ce cas que les nouvelles formes étaient venues de l'extérieur.

Ainsi donc, s'il est établi, comme l'avait annoncé Wittich, sans en donner la preuve expérimentale, que dans quelques cas certaines espèces de moisissures peuvent pénétrer de l'extérieur à l'intérieur des œufs, il faut remarquer que, dans d'autres cas, il se développe in-

⁽¹⁾ KOLACZEK, *Verhandlungen der Vereins für Naturkunde zu Presburg*; 2^e édition, p. 39; 1857.

⁽²⁾ P. PANCERI, *De la coloration de l'albumine d'un œuf de poule et des cryptogames qui croissent dans les œufs* (*Atti della Società italiana di Scienze naturali*, t. II; 1860, Milan).

térieurement des moisissures qui ne paraissent avoir aucune relation avec l'extérieur.

Je suis arrivé de mon côté au même résultat. En plaçant des œufs de poule dans une atmosphère humide à 25 degrés, j'ai vu la coque se recouvrir rapidement de moisissures très-variées; quelques jours après, l'intérieur était envahi, et lorsque j'attendais assez longtemps je retrouvais souvent les moisissures internes fructifiées, indiquant ainsi par tous leurs caractères leur identité avec celles de la surface. Dans ce cas, il y avait eu pénétration évidente à travers les pores de la coquille (1).

Dans beaucoup de cas, au contraire, il m'a été impossible d'admettre cette pénétration: par exemple, j'ai trouvé des œufs tachés, dont la surface de la coque, examinée avec le plus grand soin à la loupe, n'a jamais présenté la moindre trace de moisissures. En ouvrant ces œufs, j'ai vu une ou plusieurs touffes de mycélium, qui tantôt nageaient dans le blanc, tantôt adhéraient à la membrane de la coque, où elles constituaient des sortes de mamelons de diamètre variable; quand elles atteignaient la chambre à air, elles se développaient rapidement et se couvraient de spores.

On pourrait penser qu'une spore tombée à la surface de la coquille a d'abord germé péniblement, puis que son mycélium a pénétré par l'un des pores, traversé la membrane, et enfin qu'il s'est développé dans le blanc, tandis que les tubes de la surface, rapidement desséchés et atrophés, auraient disparu: ainsi s'expliquerait dans tous les cas l'existence des moisissures dans les œufs. Mais si les choses se passaient de cette manière, on devrait pouvoir trouver des traces de mycélium entre la coque et la membrane; l'observation la plus attentive n'en a jamais montré, dans le cas, bien entendu, où à aucune époque, depuis la ponte, la coque de l'œuf n'avait été recouverte de moisissures apparentes. Le mycélium a donc pour origine une spore ou un fragment de tube renfermé dans l'œuf dès la ponte.

(1) Ce fait rend compte de la proportion considérable des œufs moisis dans le commerce, qui s'est élevée à $\frac{1}{7}$ pour l'année 1872. C'est qu'en effet les œufs qu'on expédie sont généralement emballés dans de la paille humide, sur laquelle ne tardent pas à se développer des moisissures variées.

Dans la masse de l'un des œufs d'autruche que j'ai reçus d'Algérie, j'ai trouvé des fragments très-abondants d'une moisissure qui n'était point fructifiée et qui n'a pas pu pour cette raison être déterminée. Elle était constituée par des filaments vieillis, à contours noirs, à teinte jaune, ne contenant plus que quelques rares granulations. La surface extérieure de la coque était parfaitement lisse, sans trace de moisissures.

Enfin un œuf récemment pondu présentait une tache de peu d'étendue, extrêmement mobile; je l'ouvris et je trouvai un flocon de mycélium fortement adhérent au *jaune*, et dont les ramifications, divergeant du point d'attache avec la membrane vitelline, se répandaient dans la couche albumineuse; les tubes les plus longs arrivaient jusque vers le milieu du blanc; aucun n'avait encore atteint la membrane coquillière.

Ces divers exemples montrent que dans certains cas, comme l'avaient annoncé Schenk et Harless, des moisissures peuvent exister dans des œufs sans qu'elles aient eu pour origine des spores poussées à l'extérieur; en d'autres termes, des spores susceptibles de se développer plus tard existent dans certains œufs, au moment même où ils sont pondus.

Les moisissures bien déterminées que j'ai le plus souvent rencontrées sont trois *Torula* et un *Aspergillus* (1) :

1° *Torula* à spores rondes, très-petites, disposées en longs chapelets et formant de petits flots blancs, pulvérulents, sans mycélium visible; le diamètre des spores est de $0,7\mu$ (*fig. 21*).

2° *Torula* à spores elliptiques, dont le petit diamètre est de $2,2\mu$ et le plus grand diamètre de $3,3\mu$; ces spores sont incolores, disposées en chapelets et portées par un petit pédoncule renflé qui part directement du mycélium. Ce dernier est formé de tubes très-grêles, à cloisons peu visibles (*fig. 20*).

3° *Torula* à grosses spores en chapelets, supportées directement par un pédoncule renflé souvent sur toute sa longueur. Chaque spore a la forme générale d'une sphère et s'imbrique sur la précédente à l'aide d'une sorte de petit onglet : leur diamètre va en diminuant de la base à l'extrémité libre

(1) Pour la détermination des moisissures, j'ai toujours trouvé auprès de mon collègue et ami, M. Lemonnier, un concours bienveillant dont je suis heureux de le remercier ici.

dans chaque chapelet; il varie de 4 à 6 μ ; la moisissure a une couleur violette (*fig. 18 et 19*).

4° *Aspergillus*, à sporanges d'abord blancs, puis jaunes, mycélium très-fin, de 1,1 à 1,4 μ de diamètre; spores rondes très-petites, de 1 μ environ de diamètre (*fig. 22*).

L'aspect que présentent les œufs où se développent des moisissures ne varie pas sensiblement avec la nature du cryptogame. Dès que le mycélium commence à s'étendre, il s'entoure d'albumine, et la fige pour ainsi dire sur son passage. Celle-ci forme une gelée incolore, très-mobile, mais qui ne coule pas. Lorsque le mycélium a atteint la membrane, il envoie des ramifications sur toute la surface, et forme bientôt une couche continue et gélatineuse de 2 à 3 millimètres d'épaisseur. Si l'on vide l'œuf à ce moment, la couche reste adhérente et ne se détache qu'avec peine; un peu plus tard, toute la masse aurait pu être envahie, et le blanc aurait pris en entier la forme de gelée. Ce dernier état se trouve rarement; le plus souvent, la première couche gélatineuse se condense un peu, le feutrage des tubes se serre, et, l'air extérieur venant à manquer, la moisissure cesse de se développer ailleurs que dans la chambre à air où elle fructifie. Dans ces circonstances, au bout de quelques semaines, à la température de 25 degrés, le vitellus, devenu plus jaune, se désagrège légèrement à la surface, tandis que la partie centrale se durcit. La portion du blanc qui n'est pas gélatinisée est plus fluide que le blanc normal, et s'est faiblement colorée en brun rougeâtre. L'odeur devient quelquefois légèrement aromatique.

Il arrive souvent que les mamelons ou plaques gélatineuses se foncent et prennent une couleur verte presque noire; avec la *Torula* (3°) la couleur est violette, surtout au-dessous de la chambre à air, près des points où la moisissure a fructifié.

Lorsque l'œuf reste longtemps dans la même position, le vitellus s'élève et ne tarde pas à être atteint par le mycélium. Il se trouve alors retenu par de véritables liens à la membrane de la coque, à laquelle il adhère bientôt fortement par une large surface. Ces adhérences, signalées déjà par Panceri, sont beaucoup plus solides que celles que l'on observe dans les œufs pourris.

Par suite de l'évaporation à la surface de la coquille et de la respira-

tion des moisissures contenues dans l'œuf, la chambre à air s'agrandit et devient souvent considérable (1).

Comme on le voit, l'altération produite par les moisissures est toute différente de l'altération putride. Il n'est possible ni de les confondre, ni d'attribuer à l'une la cause qui détermine l'autre. Cependant quelques auteurs ont prêté aux moisissures un rôle important, et quelquefois exclusif, dans la putréfaction des œufs. Ainsi M. Panceri, dans le *Mémoire* dont j'ai déjà parlé, met les cryptogames au nombre des agents de cette fermentation. Plus récemment, M. Bois a fait intervenir dans ce phénomène des organismes microscopiques présentant des cellules en chapelets et des spores qui, venues de l'extérieur, auraient pénétré à travers la coquille (2).

L'erreur de ces observateurs est facile à expliquer. Il n'est pas rare, en effet, de trouver des œufs pourris dans lesquels sont des moisissures; mais dans ce cas on y voit en même temps des bactéries et des vibrions. Nul doute que la putréfaction ne soit le fait de ces organismes, et non des moisissures : les deux altérations sont simplement simultanées.

On comprend d'ailleurs la possibilité de cette double altération, puisque, au moins au début, moisissures et bactéries trouvent à travers la coque l'air qui leur est nécessaire. Il est remarquable toutefois que les moisissures cessent de se développer dès que la putréfaction s'accélère; elles sont tuées par les gaz putrides et privés d'oxygène qui se dégagent sans cesse.

En résumé, des moisissures envahissent l'intérieur de certains œufs;

(1) J'ai fait l'analyse du gaz de la chambre à air dans des œufs où s'étaient développées depuis longtemps des moisissures.

Volume total du gaz recueilli avec quatre œufs : 44^{cc}, 4, soit pour chacun en moyenne : 11^{cc}, 1.

Composition du gaz :

Acide carbonique.....	62,3
Azote.....	37,7
	100,0

Le gaz, sans odeur, ne contenait ni hydrogène sulfuré, ni hydrogène, ni oxygène. Ainsi, comme en toute circonstance, les moisissures ont absorbé l'oxygène et ont dégagé de l'acide carbonique.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVI, p. 506; 1873.

elles y respirent comme partout où elles prennent naissance, et elles déterminent dans les matières de l'œuf des modifications spéciales, différentes de la fermentation putride.

II. — *Fermentation acide.*

J'appelle ainsi une altération spéciale dans laquelle les matières de l'œuf deviennent fortement acides. Elle diffère de l'altération par les moisissures et de l'altération putride par l'odeur, l'aspect, la composition chimique, les organismes qui l'accompagnent. Je l'ai remarquée surtout dans des œufs brouillés par l'agitation.

L'odeur est aigre et tout à fait comparable à celle du levain de boulanger qui aurait un peu vieilli.

L'intérieur forme une masse homogène, de consistance butyreuse et de couleur jaune clair; on dirait du beurre légèrement ramolli par la chaleur de l'été.

La réaction sur le papier de tournesol est fortement acide, tandis qu'elle est neutre ou peu acide avec les œufs moisissus ou pourris dans l'air atmosphérique.

Quand on distille les matières de l'œuf après les avoir étendues d'eau, on trouve que le liquide condensé est acide, ainsi que le résidu de la distillation, ce qui indique la présence d'acides fixes et d'acides volatils. Si l'on redistille le produit condensé précédent, puis le nouveau produit de condensation, et ainsi de suite, jusqu'à la cinquième ou sixième distillation, en recueillant chaque fois un tiers environ du liquide distillé, on finit par concentrer quelques produits alcooliques reconnaissables à leur odeur, et surtout à la formation de gouttelettes huileuses sur les parois froides de la cornue.

La quantité de ces divers produits contenue dans un œuf de poule est trop faible pour que j'aie pu déterminer chacun d'eux. Dans tous les œufs où j'ai observé la fermentation dont il s'agit, j'ai trouvé, soit sur les membranes, soit dans la masse intérieure elle-même, des organismes d'un aspect particulier, que je considère comme les véritables ferments de la nouvelle altération. Ce sont des bâtonnets immobiles, à contours pâles, à teinte homogène, articulés deux à deux ou isolés, dont la longueur varie entre 5 et 10, et

La largeur entre 0,5 et 0,7 millièmes de millimètre. Par leurs dimensions et leur immobilité, ils diffèrent des bactéries des œufs pourris; par leur teinte homogène, l'absence de points brillants et leur plus petit diamètre, ils se distinguent des vibrons ordinaires de la putréfaction. Ils sont quelquefois mêlés avec des bactéries; mais, dans ce cas, l'œuf a une odeur légèrement putride, et le papier à acétate de plomb est noirci.

Il est vraisemblable que c'est une altération de cette nature que M. Béchamp a observée en 1868, dans un œuf d'autruche; car l'auteur remarque que cet œuf avait une réaction fortement acide, que l'odeur, désagréable sans doute, n'était point celle « des œufs pourris ordinaires, qui est horrible, ni celle des matières animales putréfiées, qui est si pénétrante et si persistante » (1). M. Béchamp n'a pas vu, d'ailleurs, dans cet œuf, autre chose qu'un « amas de granulations moléculaires »; rien d'organisé.

L'œuf noircissait le papier à acétate de plomb, et le gaz analysé contenait des traces d'hydrogène sulfuré sans doute par suite d'une putréfaction commençante (2). Grâce à la grande masse, 750 grammes, dont il disposait, M. Béchamp a pu constater que le principal produit alcoolique était de l'alcool ordinaire, et le principal acide volatil de l'acide acétique.

III. — *Production spontanée de cristaux sans développement d'organismes.*

J'ai trouvé des œufs qui n'avaient éprouvé aucune des altérations précédentes, et qui cependant n'étaient point restés sains. Une modification spéciale s'était produite, sans que j'aie pu en saisir la cause, sur quelques-uns seulement des œufs, brouillés ou non, mis en expérience à la température de 25 degrés. La masse décomposée a une teinte jaune

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXVII, p. 523; 1868.

(2) Cette altération n'est pas incompatible avec la putréfaction. Plusieurs œufs qui l'avaient manifestée, ayant été mis dans des flacons fermés et lavés avec l'acide phénique, pour être conservés, n'ont pas tardé à se pourrir avec tous les caractères de la putréfaction; odeur, couleur, organismes.

sale, une odeur de matières animales sèches, une grande fluidité, malgré les aiguilles cristallines qu'elle renferme en grand nombre, et malgré les particules solides qui proviennent de la désagrégation du vitellus.

Je n'ai pu découvrir trace d'organismes microscopiques, ni dans l'intérieur, ni à la surface, ni dans l'épaisseur des membranes.

Ce qui est surtout caractéristique, c'est la formation de gros mamelons blancs, pouvant atteindre 2 et 3 millimètres de diamètre, et constitués par des faisceaux de fines aiguilles cristallines. Ces mamelons sont nombreux sur toute la surface interne ou externe de la membrane de la coque; ils adhèrent fortement aux points où ils se sont formés; les plus gros sont sur les parois de la chambre à air, et, en général, partout où l'air extérieur paraît avoir le plus facile accès.

A l'aspect microscopique et aux réactions qu'ils donnent, on reconnaît qu'ils sont en grande partie formés de tyrosine, mêlée à un peu d'albumine.

Si l'on écrase l'un d'eux sur une lame de verre, il se décompose en faisceaux rayonnés de fines aiguilles, ayant chacun la forme de petits secteurs dentelés sur les bords, opposés le plus souvent deux à deux par leurs sommets, et quelquefois groupés en étoiles. A côté d'eux, on voit des débris amorphes d'albumine solidifiée.

Ces cristaux sont très-peu solubles dans l'eau froide, solubles dans l'eau bouillante, où ils se séparent des matières albumineuses, insolubles dans l'alcool et dans l'éther, mais solubles aisément dans les acides et les alcalis.

Les réactions suivantes, qui sont caractéristiques de la tyrosine, ont parfaitement réussi :

1° La dissolution jaune-orange, obtenue avec l'acide azotique, donne, par une évaporation ménagée, un résidu qui se colore en brun rouge foncé par les alcalis (SCHÉRER).

2° Une dissolution bouillante dans l'eau donne avec l'azotate neutre de mercure un précipité blanc jaunâtre, qui se transforme en rouge foncé par l'addition goutte à goutte d'acide azotique fumant; il faut faire bouillir de nouveau après chaque goutte (MEYER).

3° Une dissolution dans l'acide sulfurique concentré, produite à une douce chaleur, prend une couleur rouge passagère; le liquide, étendu

d'eau, neutralisé par la craie ou le carbonate de baryte, filtré et concentré, donne avec le perchlorure de fer une coloration violette (PIRIA).

Dans le dédoublement des matières albuminoïdes, la tyrosine étant généralement accompagnée de leucine, j'ai cherché si ces deux produits existaient à la fois dans la masse décomposée. Pour cela, j'ai opéré de la manière suivante.

Le contenu de l'œuf a été épuisé par l'alcool bouillant, qui devait dissoudre toute la leucine, puis par l'éther, pour séparer ce qui restait de matières grasses, et enfin par une dissolution aqueuse d'ammoniaque, qui a dissous la tyrosine. Et en effet, par l'évaporation lente de cette dernière liqueur, après filtration, j'ai obtenu des cristaux blancs de tyrosine.

L'extrait alcoolique filtré, de couleur rouge, a été évaporé; le résidu traité par l'éther a été repris par l'alcool bouillant. Après filtration nouvelle et évaporation lente, il s'est déposé des cristaux blancs jaunâtres, dont la forme est celle des cristaux de leucine: ce sont de petites masses granuleuses, sphéroïdes, qui au microscope ressemblent à des cellules adipeuses; sur leurs bords seulement on voit leur constitution cristalline.

J'ai obtenu, d'ailleurs, avec elles les principales réactions de la leucine:

1° En chauffant avec précaution ces cristaux dans un tube de verre ouvert aux deux bouts, ils se volatilisent sans fondre, en donnant des flocons blancs très-légers, dont les uns se déposent sur les parois froides du tube, et les autres, entraînés par le courant d'air, voltigent dans l'atmosphère.

2° Évaporés avec soin sur une lame de platine avec de l'acide azotique, ils laissent un résidu incolore qui, traité par une goutte de lessive de soude, se dissout facilement; en concentrant doucement la liqueur, il se forme une goutte *oléagineuse*, très-mobile et ne mouillant pas la lame de platine (SCHÉRER).

Les quantités de tyrosine et de leucine obtenues dans ces circonstances sont beaucoup plus grandes que dans la putréfaction. Il y a donc là une curieuse transformation de l'albumine de l'œuf, qui rappelle celle que M. Schützenberger a constatée pour les matières protéiques

insolubles de la levûre de bière, lorsque celle-ci continue sa vie à ses propres dépens, sans putréfaction (1).

Le poids des matières grasses extraites par l'éther est inférieur à celui que donne un œuf sain ou un œuf pourri. Au lieu de 4 grammes, poids minimum que ces derniers œufs m'ont donné, j'ai trouvé dans deux cas les nombres 2^{gr}, 59 et 0^{gr}, 85. Le traitement présente une particularité que je n'ai pas remarquée avec les autres œufs. En agitant la matière avec l'éther, tout se prend en une masse gélatineuse jaunâtre, et par le repos l'éther ne se sépare qu'avec une extrême lenteur; au contraire, avec les œufs sains, par exemple, il forme en peu de temps une couche transparente au-dessus de la masse insoluble qui se réunit au fond du vase.

On pourrait croire, en voyant les mamelons qui grossissent sur les membranes, près de l'air, que l'altération précédente doit ses principales modifications à l'action de l'oxygène atmosphérique. Toutefois ce dernier agent pourrait n'être point du tout nécessaire, car j'ai obtenu des cristaux de tyrosine, dans un tube où j'avais enfermé un œuf avec une quantité très-limitée d'air. La cristallisation de la tyrosine sur les membranes s'expliquerait alors par sa faible solubilité.

CHAPITRE III.

DE L'ORIGINE DES ORGANISMES QUI SE DÉVELOPPENT DANS CERTAINES ALTÉRATIONS SPONTANÉES DES OEUFS.

J'ai démontré dans les chapitres précédents que les altérations spontanées des œufs, sauf la dernière, étaient corrélatives du développement et de la multiplication d'êtres organisés, bactéries, vibrions ou moisissures. Il reste maintenant à résoudre la question de savoir comment ces

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXI, p. 204. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVIII, p. 493; 1874.

organismes ont apparu dans l'intérieur des œufs. Je vais examiner successivement les hypothèses qui paraissent *a priori* pouvoir rendre compte de ce fait.

1° *Hypothèse de la génération spontanée.* — La théorie des générations dites *spontanées* a été si victorieusement combattue par les magnifiques travaux de M. Pasteur, qu'il semble inutile de chercher à la réfuter de nouveau, à l'occasion des présentes recherches. Cependant le crédit qu'elle trouve encore auprès de quelques savants, à propos même de l'altération des œufs, m'oblige à l'examiner rapidement.

Quant aux moisissures, je ne crois pas qu'un seul savant admette aujourd'hui la production spontanée de cette classe d'organismes. Dans l'état actuel de la science, on ne peut plus même considérer comme possibles les transformations qu'a signalées Spring. Il faut toutefois faire une exception pour la levûre alcoolique, dont la constitution est celle des moisissures les plus simples. En effet, dans deux Mémoires, le premier de 1869, le second de 1872, MM. Legros et Onimus se sont efforcés de démontrer que, dans certaines circonstances, on peut faire naître spontanément de la levûre alcoolique, au sein de liquides sucrés convenablement préparés, par exemple, à l'intérieur d'un œuf, où l'on aurait fait pénétrer une dissolution de sucre.

Voici leur principale expérience (1) :

On enlève une partie de la coque d'un œuf, près de la chambre à air, en ayant soin de respecter la membrane; on plonge ensuite la région mise à nu dans une solution sucrée, de façon à faire entrer dans le blanc, par endosmose, une quantité notable de sucre, et l'on met l'œuf pendant quelques heures dans un liquide en fermentation; on le retire et on l'abandonne, soit à 35 degrés, soit à la température moyenne du laboratoire; il est bon, dans l'intervalle, de le remettre deux ou trois fois en contact avec de l'eau sucrée en fermentation. Dans ces conditions, « au bout de deux à trois jours, disent les auteurs, mais surtout après sept ou huit jours, on constate au microscope la présence dans le blanc d'œuf de spores de la fermentation sucrée » (2).

(1) Dans leur second Mémoire, les auteurs reconnaissent eux-mêmes que les expériences de leur premier travail comportent des causes d'erreur, qu'ils ont cherché à éloigner dans cette nouvelle étude.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXIV, p. 887; 1872.

J'ai répété souvent cette expérience, et toutes les fois que j'ai convenablement lavé la membrane et la coque, sur lesquelles adhèrent toujours des globules de levûre alcoolique ⁽¹⁾, que j'ai eu soin d'écarter tous les œufs où s'étaient produites des déchirures apparentes ou cachées, je n'ai point trouvé de levûre dans l'intérieur du blanc. Et dans les œufs où des globules avaient pénétré accidentellement, les cellules étaient vieilles, granuleuses, à contours noirs, rappelant celles qui se sont usées dans une fermentation avec milieu incomplet, ou qui sont restées longtemps en contact avec un liquide déjà fermenté.

C'est qu'en effet le blanc d'œuf sucré n'est point du tout favorable au développement de la levûre. M. Pasteur l'a montré depuis longtemps, et je l'ai vérifié plusieurs fois : « J'ai été fort surpris, dit M. Pasteur, dans son *Mémoire sur la fermentation alcoolique*, de trouver cette matière tout à fait impropre à nourrir les globules de levûre de bière. Qué l'on dissolve du sucre dans de l'albumine d'œufs frais, délayée dans l'eau et filtrée, rendue ou non très-peu acide, que l'on ajoute une très-petite quantité de levûre de bière, les globules semés ne se développeront pas du tout, il n'y aura pas trace de fermentation » ⁽²⁾. Comment concevoir, dès lors, qu'une levûre alcoolique apparaisse spontanément dans un milieu où elle ne pourrait, ni se développer, ni se multiplier ?

On peut démontrer autrement l'impossibilité de ce fait, tout en conservant les conditions fondamentales que doivent réunir les expériences, d'après MM. Legros et Onimus, à savoir, un milieu favorable au point de vue chimique, un mouvement constant d'endosmose et d'exosmose, un renouvellement moléculaire continu.

Ainsi, que par une différence de pression on fasse pénétrer de l'eau sucrée dans un œuf à coque entière, qu'on l'abandonne ensuite dans un liquide en fermentation, même après plusieurs jours, on ne trouvera pas trace de levûre alcoolique à l'intérieur du blanc ; et cependant le mouvement d'endosmose a fait entrer de l'alcool à travers la coquille.

J'ai employé dans le même but l'appareil à vis qui a servi à M. Du-

⁽¹⁾ Les globules de levûre adhèrent si fortement à la membrane, qu'il m'est arrivé d'en trouver encore après deux heures d'un lavage continu à l'eau distillée, sous une chute de 10 centimètres environ de hauteur.

⁽²⁾ *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. LVIII, p. 385 ; 1860.

mas dans ses *Recherches sur la fermentation alcoolique* (1). Le diaphragme était une portion de la membrane de la coque, détachée avec soin d'un œuf sain (*fig. 6*). Dans l'un des tubes, j'ai mis de l'eau sucrée en fermentation, dans l'autre un mélange filtré à volumes égaux d'eau sucrée au dixième et de blanc d'œuf. Il ne s'est produit dans ce dernier ni fermentation, ni levûre alcoolique, malgré le mouvement considérable d'endosmose qui y a fait passer une grande partie du liquide fermenté, malgré l'introduction de la matière azotée soluble qui jouit de la propriété d'intervertir le sucre, et qui, dans ce cas, a transformé tout celui du tube.

Mais si les moisissures ni la levûre alcoolique ne peuvent d'elles-mêmes prendre naissance dans des œufs, les vibrions et les bactéries, êtres que l'on considère comme plus simples et plus élémentaires que les champignons, ne pourraient-ils pas apparaître spontanément dans les œufs pourris ?

Les expériences et les observations que j'ai citées dans le cours du Chapitre I^{er} prouvent suffisamment que cette hypothèse est inadmissible. En effet, les œufs d'une même série, agités ou non, étaient placés dans une cuvette ou dans un cristalliseur, et puis abandonnés à l'étuve pendant quelques semaines. Ils avaient toujours même origine et ne différaient les uns des autres que par l'âge ou le volume; ils étaient donc dans des conditions toutes semblables, quant à la constitution chimique, la température, la nature du milieu extérieur; par conséquent rien n'eût été plus naturel que de trouver tous ces œufs également altérés. Or on a vu combien était grande la différence des résultats, combien était variée la proportion des œufs pourris, et par suite de ceux où s'étaient développés des infusoires. On ne saurait comprendre que les matières des œufs se soient organisées spontanément dans ces derniers cas, tandis que dans les premiers, tout semblables, elles soient restées stériles.

D'autre part, on a vu que le mélange intime du blanc et du jaune pouvait rester indéfiniment au libre contact de l'air pur, sans se décomposer, sans donner lieu à des productions organisées d'aucune sorte. Et, cependant, toutes les conditions demandées par les partisans de

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXV, p. 280; 1872. — *Annales de Chimie et de Physique*, 5^e série, t. III, p. 73; 1874.

l'hétérogénie sont réunies dans ces expériences : milieu éminemment complet, température élevée, accès constamment renouvelé de l'air atmosphérique; seulement cet air est dépouillé des particules solides qu'il pourrait contenir.

Les matériaux de l'œuf ne sont donc pas capables de s'organiser d'eux-mêmes, de façon à engendrer des bactéries ou des vibrions.

Dans un travail publié récemment ⁽¹⁾, M. Onimus conclut pourtant de ses expériences « que des proto-organismes peuvent naître et se développer dans des liquides albuminoïdes, mis à l'abri de l'air », c'est-à-dire à l'abri des impuretés de l'air atmosphérique. Les recherches de ce savant ont porté sur le sang et sur le blanc d'œuf. Par une disposition qui rappelle, avec plus de complication, celle que j'ai indiquée page 245 et suivantes, il a fait aussi passer ces liquides à l'état naturel dans des ballons de verre, et les a exposés au contact de l'air pur. Dans ces expériences délicates, toute complication doit faire augmenter les précautions; or M. Onimus en a-t-il pris assez? On peut se demander, par exemple, si le collodion qu'il applique sur la coque de l'œuf, à l'endroit où il enfonce le trocart, ne renferme pas des organismes; si le coton cardé destiné à filtrer l'air a été chauffé suffisamment dans toutes ses parties; si enfin l'air, en se renouvelant par aspiration, n'apporte pas avec lui, jusque dans le liquide, quelques-uns des germes qu'il contient. De plus, M. Onimus fait bouillir dans ses ballons de l'eau contenant du phosphate d'ammoniaque et du chlorure de sodium, liquide légèrement alcalin; peut-être les germes déposés sur les parois n'ont-ils pas été tués. M. Pasteur a montré en effet que, pour obtenir ce résultat avec les liquides alcalins, il faut une température supérieure à 100 degrés.

M. Onimus cite d'ailleurs deux expériences sur quinze, dans lesquelles, au bout de dix jours, il n'a pas trouvé de bactéries. Il est peu probable que l'addition de sucre dans un cas, et que la petite quantité de matière introduite dans le second, soient les causes de l'absence de proto-organismes. Ne se pourrait-il point que ces deux expériences fussent les seules dont il fallût tenir compte? Le fait que M. Pasteur a conservé pendant des années du sang pris directement dans les veines, que moi-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXIX, p. 173; 1874.

même je conserve, depuis plus de vingt mois, des matières aussi altérables que le blanc et le jaune d'œuf mélangés, au libre contact de l'air pur, même de l'air pur renouvelé par aspiration, ce fait permet de penser qu'avec des précautions convenables on peut toujours éviter l'apparition spontanée d'organismes dans ce genre d'expériences.

2° *Hypothèse de l'évolution des microzymas en bactéries, vibrions, etc.*

— On sait que M. Béchamp explique tous les phénomènes de fermentation par l'action de granulations moléculaires mobiles, qu'il a appelées *microzymas*; ces granulations, qui ont, d'après lui, une existence indépendante, auraient la propriété de produire des transformations chimiques, soit toutes seules, comme dans la décomposition des œufs, soit parallèlement aux proto-organismes qu'elles engendrent, comme dans la fermentation lactique.

Or, selon M. Béchamp, il existe des microzymas dans les œufs, et surtout dans le jaune; on peut donc se demander si les altérations spontanées des œufs ne sont pas dues à l'action de ces sortes d'éléments figurés, et si, dans les cas où l'on observe des bactéries, des vibrions, ces organismes ne résultent pas d'une transformation des microzymas : telle serait en effet l'hypothèse de M. Béchamp.

Quelles que soient la forme et les dimensions des microzymas, puisque ces ferments existent normalement dans tous les œufs, des œufs placés dans des conditions semblables devront donner les mêmes résultats. On a vu, au contraire, combien les résultats variaient, on a vu que, même dans les meilleures conditions de transformation, aucun organisme n'apparaissait dans les matières restées saines. La théorie des microzymas n'explique donc pas plus les altérations des œufs que les phénomènes ordinaires de fermentation; ces granulations, malgré leur existence propre, n'ont point la faculté d'agir à la façon des véritables ferments, ni de s'organiser en bactéries ou vibrions (1).

(1) Dans la Note que M. Béchamp a publiée à l'occasion de mes observations sur les altérations spontanées des œufs, l'auteur dit :

« J'affirme que, nulle part, bien que M. Gayon me le fasse dire, je n'ai soutenu que les microzymas de l'œuf évoluassent en bactéries ou produisissent des cellules de levûre alcoolique. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVII, p. 613; 1873.)

Voici le texte de la phrase à laquelle fait allusion mon savant contradicteur :

« Contrairement à ce qui a été annoncé par M. Béchamp, les granulations, qu'il appelle

3° *Hypothèse des germes.* — Nous venons de voir que les organismes qui apparaissent dans certains œufs gâtés ne sont point nés spontanément aux dépens des matières de ces œufs, et qu'ils ne résultent pas non plus de la transformation de ce qu'on appelle *microzymas*; il faut donc qu'eux-mêmes ou leurs germes soient arrivés à un moment quelconque jusque sur les membranes ou dans le blanc.

Deux hypothèses peuvent expliquer leur présence dans les œufs : ou bien les germes et spores ont traversé la coque, l'œuf étant pondu; ou bien ils existaient dans l'œuf dès la ponte, et alors ils ont dû être recueillis dans l'oviducte.

Pour rechercher la part d'influence de la première hypothèse, il faut étudier la pénétrabilité de la coque pour les divers états des corps.

Pénétrabilité pour les gaz et les liquides. — Les gaz traversent très-facilement les enveloppes des œufs; ce fait, observé depuis longtemps par Réaumur, résulte de la production de la chambre à air par évapo-

microzymas, sont impuissantes à se transformer en bactéries ou vibrions, non plus qu'en globules de levûre alcoolique. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVII, p. 214.)

Ainsi, comme on le voit, je n'ai pas dit et je n'ai pas voulu dire que M. Béchamp a vu les *microzymas* de l'œuf évoluer en bactéries. Comment aurais-je pu lui prêter cette assertion, puisque M. Béchamp, qui admet pourtant l'existence normale des *microzymas* dans les œufs, n'a jamais constaté la présence d'organismes dans les œufs altérés? Mais, lors même que j'eusse émis l'idée dont il s'agit, M. Béchamp pourrait-il avec raison m'en accuser? Ne lit-on pas, en effet, dans un travail fait en commun avec M. Estor, et publié en 1872, *Sur le rôle des microzymas pendant le développement embryonnaire* : « Dans le foie (d'un embryon mort) on trouve des bactéries à tous les degrés de développement : *microzymas* isolés et mobiles en foule, grand nombre d'associés, petites bactéries, moyennes et grandes; il est impossible de ne pas les considérer comme les divers degrés du développement d'un même être. » (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXV, p. 962.)

Ce que j'ai combattu dans ma Note et ce que je combats encore, c'est la théorie générale de M. Béchamp : l'évolution des *microzymas* en bactéries ou en levûre alcoolique. Cette théorie se rencontre à chaque instant dans les travaux de M. Béchamp. La phrase que je viens de citer le prouve suffisamment pour l'évolution en bactéries; la phrase suivante me justifie pour l'évolution en levûre alcoolique : « En fait, les ferments organisés se réduisent à trois types : le type cellule, dont la levûre de bière est l'exemple classique, le type bactérie et le type *microzyma*. Or, dans les expériences de la Note que je viens de résumer (Note présentée à l'Académie sous ce titre : *Conclusions concernant la nature de la mère de vinaigre et des microzymas en général*), les choses se sont passées comme si le *microzyma*, certaines conditions favorables étant données, était le facteur et des bactéries et des cellules. » (*Annales de Chimie et de Physique*, 4^e série, t. XXIII, p. 443; 1871.)

ration d'une partie de l'eau de l'albumine, et des conditions mêmes du développement embryonnaire, pendant lequel la respiration du poulet détermine un échange incessant de gaz entre l'extérieur et l'intérieur ⁽¹⁾; nous savons, d'ailleurs, qu'en faisant le vide au-dessus d'un œuf plongé dans l'eau, les gaz sortent en bulles nombreuses par une multitude de pores.

La pénétrabilité de la coque par les liquides est tout aussi bien établie. J'ai donné plus haut des tableaux indiquant les augmentations de poids qu'on obtient en faisant pénétrer de l'eau dans des œufs d'âges différents, et dans des œufs brouillés ou non. Des liquides plus denses que l'eau, tels que des dissolutions sucrées à 10 ou 20 pour 100, s'introduisent avec la même facilité.

MM. Baudrimont et Martin Saint-Ange ont étudié la disposition des pores des œufs; ils ont remarqué que ceux qui laissent passer les plus grosses bulles de gaz dans le vide sont *gémînés*, c'est-à-dire réunis deux à deux, et que ces pores gémînés se trouvent répétés généralement quatre fois sur la coquille ⁽²⁾. Je crois que cette disposition est loin d'être générale.

Pour rechercher la disposition des pores de la coque, j'ai fait pénétrer dans des œufs, à l'aide du vide, des liquides colorés, tels que l'encre ordinaire. La surface extérieure est restée teintée sur toute son étendue, mais avec une nuance plus foncée à l'endroit des pores. La membrane qui tapisse la surface interne a été criblée de petites taches noires plus ou moins larges, irrégulièrement distribuées, et situées exactement au-dessous des points noirs qui indiquaient les pores à la surface externe; en d'autres termes, les dessins de la membrane étaient exactement superposables aux dessins de la coquille. Cela prouve que les pores sont droits et perpendiculaires à la surface, et non, comme l'indique Wittich, tortueux et obliques ⁽³⁾.

D'un œuf à l'autre, le dessin des taches varie; dans un même œuf,

⁽¹⁾ Voir pour l'étude de la respiration de l'embryon les recherches chimiques de MM. Prévost et Dumas (*Dictionnaire des Sciences naturelles*, t. XII, p. 112), et de MM. Baudrimont et Martin Saint-Ange (*Recueil des Savants étrangers*, t. XI, p. 469. — *Annales de Chimie et de Physique*, 3^e série, t. XXI, p. 195).

⁽²⁾ Mémoire cité, *Ann.*, p. 245.

⁽³⁾ CH. ROBIN, *Histoire des végétaux parasites*, etc., p. 556.

on observe des taches de dimensions variables, mais rien qui paraisse correspondre aux pores géminés dont parlent MM. Baudrimont et Martin Saint-Ange (1).

Pénétrabilité pour les éléments figurés solides. — Le diamètre des pores de la coquille des œufs pourrait être assez étroit pour laisser passer les gaz et les liquides, sans laisser entrer les corps solides, même les plus petits; aussi ai-je cherché directement si certains éléments organisés pouvaient pénétrer dans les œufs. J'ai mis, par exemple, des œufs de poule dans de l'eau sucrée en fermentation; j'ai fait le vide, puis rétabli la pression extérieure; je n'ai point vu de globules de levûre de bière sur la surface interne de la coque. Or les plus petites cellules isolées avaient au moins 5 millièmes de millimètre de diamètre; on peut donc conclure que le diamètre des pores ne dépasse pas en général cette limite dans les œufs de poule.

Panceri a démontré, et j'ai vérifié après lui, que des moisissures peuvent pénétrer dans les œufs en venant de l'extérieur. Si le diamètre des pores par où se fait le passage est celui du mycélium, il serait égal à 1 ou 2 millièmes de millimètre pour les filaments de moisissures que j'ai observés; mais si l'on suppose, ce qui serait possible, que les filaments s'allongent et s'amincissent pour passer, le diamètre des pores serait inférieur au nombre précédent.

Quoi qu'il en soit, plusieurs des pores ont un diamètre supérieur à celui des bactéries ou des vibrions; car, si l'on fait entrer dans des œufs, par différence de pression, de l'eau chargée de ces organismes, et qu'on observe ensuite la surface interne de la coque, on retrouve de petits bâtonnets identiques à ceux du dehors.

Voici un exemple :

Nos d'ordre.	Poids des œufs sans liquide.	Liquide introduit.	Nombre d'organismes observés entre coque et membrane.
1.....	56 ^{gr} ,37	2,96 ^{gr}	200
2.....	56,75	0,69	75
3.....	52,79	3,41	40
4.....	43,14	1,84	200

(1) En injectant d'abord une dissolution de perchlorure de fer, puis une dissolution de cyanoferrure de potassium, la masse entière du blanc et même la périphérie du vitellus ont été colorées en bleu. L'injection avait pénétré plus profondément qu'avec l'encre, sans doute

Ces organismes, comme ceux du liquide, sont des bactéries mobiles et des bactéries immobiles. Ils ont été comptés par champ, par le procédé dont j'ai parlé à la page 234. On voit qu'il n'y a aucune relation entre le poids du liquide et le nombre des organismes introduits; cela s'explique par les différences de diamètre des pores d'un œuf à l'autre.

Ainsi les pores de la coquille sont assez larges pour être traversés dans ces conditions par les plus petits des infusoires; mais ce qui est remarquable, c'est l'influence du mouvement propre de ces êtres sur leur pénétration dans l'œuf.

J'ai pris, par exemple, huit œufs pondus depuis quinze jours; dans quatre de ces œufs, j'ai fait pénétrer, par différence de pression dans le vide, de l'eau de levûre contenant des bactéries *immobiles*, et dans les quatre autres un liquide où s'étaient développées des bactéries *mobiles*, de même dimension. Les œufs, lavés et essuyés, ont été ouverts et examinés en faisant de nombreuses prises sur le plancher de la chambre à air, sur la surface interne de la coque, sur la surface externe des membranes. Le tableau suivant donne, pour dix champs, les nombres maxima et minima observés dans les deux cas, avec un grossissement de 500 diamètres.

Nos	Nombres maxima.		Nombres minima.	
	Bactéries mobiles.	Bactéries immobiles.	Bactéries mobiles.	Bactéries immobiles.
1.....	800	30	1	1
2.....	20	20	0	0
3.....	200	150	20	0
4.....	100	30	0	0
Totaux....	1120	230	21	1
Moyennes.	280	57 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

La difficulté qu'éprouvent les organismes immobiles à traverser la coquille d'un œuf, même lorsqu'ils sont entraînés avec force par un courant liquide et poussés par une différence de pression de plusieurs décimètres de mercure, permet de prévoir que, si cette force d'impul-

parce que la surface extérieure de la coque avait été un peu dissoute par le perchlorure de fer. J'ai cherché en vain, par des coupes faites dans des œufs cuits après injection, si les liquides avaient suivi des canaux spéciaux; je n'ai remarqué qu'une masse homogène. Je dois toutefois ajouter que l'expérience aurait besoin d'être reprise en faisant varier les liquides injectés et les conditions de l'injection.

sion n'existait pas, il leur serait très-difficile, sinon impossible, de s'introduire d'eux-mêmes dans l'intérieur des œufs. C'est aussi ce que prouve l'expérience directe, non-seulement avec des bactéries immobiles, mais encore avec des bactéries mobiles.

Le 2 avril, j'ai mis dans de l'eau de levûre renfermant des bactéries mobiles et immobiles six œufs achetés dans le commerce. Ils y sont restés successivement 1, 2, 3, 4, 6 et 7 jours : dans aucun je n'ai vu d'organismes. Ainsi, malgré leur mobilité propre, et malgré le mouvement endosmotique qui a fait pénétrer du liquide extérieur, ces bactéries n'ont pu traverser la coquille à la pression ordinaire.

Ce résultat rend compte d'un fait que j'ai remarqué bien des fois : souvent le blanc des œufs gâtés suintait par tous les pores de la coquille et se répandait sur les œufs voisins et sur le fond des vases. Les œufs qui reposaient sur ce liquide putride et rempli d'organismes ne s'altéraient point, même après plusieurs semaines.

Si maintenant nous considérons que sur des œufs naturels il n'existe que des organismes desséchés, toujours immobiles et souvent morts, nous voyons que, en abandonnant ces œufs à eux-mêmes, leurs coques ne sont point en général traversées par des germes pouvant expliquer leurs altérations.

Des moisissures seules, dans certaines conditions d'humidité, peuvent germer sur la coquille et pénétrer ensuite jusqu'à l'intérieur de l'œuf; mais nous avons vu qu'il s'en développe aussi directement dans le blanc (1). Par conséquent, la pénétrabilité de la coque ne suffit pas pour rendre compte de l'existence et du développement ultérieur d'êtres

(1) Comme on le voit, dans une atmosphère humide, les moisissures traversent la coque plus aisément que les bactéries. C'est ce qui explique pourquoi, dans le commerce, la proportion des œufs tachés est beaucoup plus grande que celle des œufs pourris. Elle était de $\frac{1}{67}$ en 1872 à Paris, tandis qu'elle n'était que de $\frac{1}{110}$ pour les œufs pourris. Pour rendre compte de cette aptitude des moisissures à passer par des orifices étroits plus facilement que les bactéries, on peut concevoir que les spores, en germant, ne tardent pas à couvrir la surface de la coque d'un lacs de tubes de mycélium, et que l'un de ces tubes, arrivé en rampant jusque sur les bords d'un pore, poussé par une sorte de *vis a tergo*, s'y glisse et pénètre ensuite jusqu'au blanc. On connaît d'ailleurs la merveilleuse faculté de pénétration des moisissures, lesquelles s'enfoncent dans les tissus les plus épais et parviennent à écarter les parois cellulaires les mieux unies. Les bactéries, au contraire, même dans le cas le plus favorable, c'est-à-dire lorsqu'elles sont douées de mouvement, et que la surface de la

organisés dans les œufs susceptibles de s'altérer; par contre, tous les faits observés établissent de la manière la plus certaine que ces êtres ou leurs germes ont été recueillis par l'œuf pendant sa formation et son mouvement dans l'oviducte. Nous allons maintenant en donner les preuves.

On ne saurait comprendre autrement la présence dans les œufs de certains organismes que l'on y trouve accidentellement, outre les bactéries, les vibrions et les moisissures. Ainsi, d'après Burdach, on aurait trouvé des vers dans les intestins d'embryons, et des Entozoaires auraient été vus par Eschholz dans des œufs de poule (¹). Pouchet rapporte que M. Joly a observé des Infusoires ciliés dans le jaune d'œuf (²). M. Davaine a bien voulu me montrer un ver trouvé dans un œuf par M. Chatin. Ce ver, long de plusieurs centimètres, a été déterminé par M. Davaine : c'est l'*ascaris* de la poule; il venait évidemment du tube intestinal, avait traversé le cloaque et s'était élevé dans le canal vecteur. Moi-même j'ai trouvé dans un œuf pondu à mon laboratoire, sur le flanc, entre la coque et la membrane, une plage de 2 centimètres environ de diamètre, couverte d'une couche épaisse de levûre alcoolique vieillie (*fig.* 13). La poule d'où il venait vivait dans une cour où l'on répandait souvent de la levûre de bière.

D'ailleurs l'aptitude de l'œuf à recueillir les corps étrangers qu'il rencontre à la surface de l'oviducte est prouvée par beaucoup d'observations. On cite des œufs qui contenaient des plantes, des pierres, des graines, des insectes, etc. (³). Moquin-Tandon appelle *ovum heterylum* tout œuf renfermant un corps étranger. M. Reiset me communique le

coque est humide, ne peuvent que courir dans la couche liquide où elles vivent; si rien ne les y force, elles n'en peuvent sortir, surtout pour traverser la colonne gazeuse qui remplit chaque pore d'un œuf et qui pour elles, eu égard à leurs petites dimensions, est d'une longueur considérable. Les moisissures sont comme les racines des plantes qui s'enfoncent d'elles-mêmes dans les terrains les plus durs; les bactéries sont comme les poissons qui ne sortent jamais de leur élément.

(¹) BURDACH, *Traité de Physiologie*, traduction Jourdan, t. I, p. 31; 1837.

(²) POUCHET, *Embryogénie des Infusoires ciliés*. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LIX, p. 276; 1864.)

(³) Voir MOQUIN-TENDON, *Mémoire sur l'Oologie* (*Mém. de la Soc. linnéenne de Paris*, t. III, p. 69-71; 1825. — DAVAINÉ, *Mém. sur les anomalies de l'œuf* (*Mém. de la Société de Biologie pour 1860*, 3^e série, t. II, p. 242.)

fait d'une patte de hanneton qu'il a trouvée enveloppée de blanc dans un œuf cuit mou. C'était au printemps d'une année où les hannetons étaient très-nombreux. J'ai observé fréquemment des masses grises, irrégulières, de 2 à 4 millimètres de diamètre, qui nageaient dans l'épaisseur de la couche albumineuse : c'étaient des cellules albuminipares détachées du canal vecteur, que le blanc avait englobées au moment de sa sécrétion, et qui avaient subi une sorte de dégénérescence grasseuse. Ce fait s'est présenté surtout avec des œufs non fécondés.

L'examen direct de l'oviducte justifie complètement notre hypothèse.

Dans l'espèce de la poule, on sait que le canal vecteur, long de 50 centimètres environ, se divise en plusieurs régions, dont chacune a sa fonction spéciale. Le vitellus recueilli par le pavillon parcourt rapidement les 6 ou 7 premiers centimètres de l'oviducte, et s'engage dans une région couverte de cryptes nombreux qui déversent à sa surface un liquide albumineux très-abondant. A mesure que l'œuf descend dans la trompe, il se recouvre d'une série de couches de blanc, de densités sans cesse décroissantes. Son mouvement, à la fois de translation et de rotation spirale, tord en tire-bouchons les couches albumineuses situées à ses deux pôles : ainsi se forment les ligaments connus sous le nom de *chalazes*, destinés à retenir le vitellus suspendu et flottant dans un milieu plus dense que lui-même. La portion albuminipare du canal vecteur est longue de 25 centimètres environ, et l'œuf met deux ou trois heures à la parcourir. Quand il en est sorti, il a déjà la forme ovoïde qui le caractérise.

La région que traverse ensuite l'œuf est longue de 10 centimètres environ ; c'est là que se forme la double enveloppe fibreuse qui porte le nom de *membrane de la coque*. Cette formation dure de deux à trois heures, après lesquelles l'œuf, continuant à progresser, arrive dans la région qui doit lui fournir la coquille.

Cette partie de l'oviducte est beaucoup plus courte que les autres ; elle a juste la longueur de l'œuf ; elle se distingue par la forme des plis de la muqueuse, qui sont lancéolés, saillants et très-pressés. Après cinq ou six heures de séjour dans cette région, la coquille est presque entièrement constituée ; elle a déjà une grande résistance. Cependant l'œuf ne la quitte qu'après y être resté vingt-quatre heures environ.

Il est alors poussé à travers la portion vaginale de l'oviducte, jusque dans le cloaque, dont les parois fortement contractiles ne tardent pas à l'expulser au dehors.

J'ai ouvert plusieurs poules pour rechercher si des organismes venus de l'extérieur pouvaient remonter le canal vecteur, et jusqu'à quelle profondeur ils pouvaient pénétrer.

(a). *Examen d'une poule qui n'a jamais pondu.*—Avec une baguette et une goutte d'eau distillée, je lave un point de la surface du cloaque, et j'examine la goutte au microscope; c'est ainsi que j'ai exploré successivement les diverses régions de l'oviducte dans toutes les poules que j'ai ouvertes. Dans la préparation, je trouve au milieu de cellules pavimenteuses, dont quelques-unes sont réduites à leurs noyaux, environ vingt bâtonnets par champ; ces bâtonnets sont immobiles, mais s'infléchissent quand ils sont entraînés par les mouvements du liquide; leur longueur est de quatre à cinq millièmes de millimètre. Sur la surface du canal vecteur, je n'observe point d'organismes.

(b). *Examen d'une poule qui a pondu trois œufs.*—Surface du cloaque : cellules allongées, à noyau très-visible; organismes variés et nombreux, chapelets de grains, bâtonnets articulés, filaments longs et étroits, articulés, dont la longueur dépasse $\frac{1}{10}$ de millimètre (*fig. 14*). — Surface de l'oviducte, à 2 centimètres du cloaque : cellules à cils vibratiles, cils détachés, organismes de mêmes formes que ceux du cloaque, mais moins nombreux. — A la base de la région où se forme la coque : cils détachés nombreux, organismes semblables à ceux du cloaque, sauf les longs filaments, environ un par champ. — Au-dessus de ce point, pas vu d'organismes.

(c). *Avec une poule pondeuse déjà vieille,* mêmes résultats qu'avec la précédente; les organismes du cloaque sont seulement beaucoup plus variés. J'observe, en effet : 1° des bâtonnets très-courts et très-fins, rappelant le *Bacterium termo*, immobiles; 2° des bâtonnets analogues aux vibrions jeunes de la fermentation butyrique, avec de fines granulations, mais immobiles; 3° de longs filaments immobiles; 4° des *spirillum* tournant lentement sur place; 5° une amibe dont la forme change à chaque instant; 6° des sortes de spores vieilles, ridées, à doubles contours fortement accentués (*fig. 15*). — Les organismes qui ont remonté le canal vecteur sont surtout de longs filaments.

(d). *Autre poule pondeuse.*—Sur le cloaque : peu d'organismes, mais quelques cristaux en plaques rhomboïdales, rappelant certaines formes de l'acide urique. — Sur la surface de l'oviducte : organismes rares; à 10 centimètres environ du cloaque, je trouve une grosse spore oblongue, ayant un appendice caudal, et séparée par trois cloisons transversales en quatre loges à vacuoles; la longueur totale de la spore est de quatre centièmes de millimètre, et sa plus

grande largeur de seize millièmes de millimètre. Cette spore ressemblant beaucoup à celles que produisent certaines moisissures parasites du blé, telles que le *Puccinia graminis*, je tamise le grain, mélange d'avoine et de blé altéré, qui sert de nourriture à mes poules, et j'observe dans la poussière ainsi obtenue une grande quantité de spores, parmi lesquelles celles du *Puccinia graminis*, et d'autres tout à fait semblables à la précédente. Ainsi s'explique l'origine de cette dernière. — Sur la surface de la muqueuse où est sécrétée la coque, j'ai vu trois spores allongées, fusiformes, un peu verdâtres, de 6 à 8 μ de longueur et de 3 μ environ de largeur, plus un long filament à contours bien parallèles, de 20 μ au moins de longueur, et qui se distingue très-nettement des cils vibratiles détachés, avec lesquels de plus petits organismes pourraient aisément se confondre (*fig. 16*).

(*e*). Je citerai une dernière observation. A 10 centimètres du cloaque, dans une poule pondeuse, j'ai trouvé deux longs filaments organisés, ayant près de $\frac{1}{2}$ millimètre de longueur, et ressemblant beaucoup à ceux de la poule (*b*). Ces organismes, qui différaient complètement de ceux du cloaque, étaient accompagnés de spores rondes, brunes, de 2 μ environ de diamètre, à l'aspect un peu vieux.

Dans toutes ces observations, je me suis attaché à ne considérer comme de véritables organismes que des articles ou filaments qui se distinguaient nettement des cils vibratiles isolés, soit par leurs formes, soit par leur longueur et le parallélisme de leurs contours. A mesure qu'on pénètre plus avant dans l'oviducte, l'observation devient, en effet, de plus en plus difficile, si on la veut certaine, parce que les organismes sont plus rares, plus courts, plus pâles que dans les régions inférieures; ils sont, par conséquent, plus semblables aux cils vibratiles.

Ainsi, dans les poules qui pondent, les organismes qui vivent à la surface du cloaque peuvent remonter à des hauteurs variables dans l'oviducte. Dans les poules vierges, le canal vecteur paraît en communication plus difficile avec le cloaque, et les organismes ne traversent pas l'orifice étranglé qui les sépare.

Si l'on tient compte de la difficulté de l'observation, et si l'on remarque, d'ailleurs, que des organismes nets, filaments, bâtonnets ou spores de moisissures, pénètrent, dans quelques cas, jusque dans la région de l'oviducte où se forme la coquille, c'est-à-dire jusqu'à 10 et 15 centimètres du cloaque, il est vraisemblable que les germes de ces organismes, ou même de petits organismes, peuvent s'élever beaucoup

plus haut, jusque dans les points où se forme la membrane coquillière, et même l'albumine, bien que l'examen microscopique soit généralement impuissant à les y montrer. Il en résulte que l'œuf, pendant la formation de ses divers éléments, peut recueillir, ou non, suivant les circonstances, des organismes ou leurs germes, et porter en lui, par conséquent, dès qu'il est pondu, la cause d'altérations ultérieures.

On voit, en même temps, que le nombre des œufs susceptibles de s'altérer, variera d'une poule à l'autre, aussi bien que dans une même poule, puisque les organismes qu'on observe sur l'oviducte s'élèvent à des hauteurs variables.

Mais tous les œufs qui renferment des organismes, ou leurs germes, ne s'altéreront pas nécessairement plus tard; outre qu'il faut pour cela qu'ils soient placés dans des conditions convenables de température, d'humidité, de milieu, il est probable que plusieurs de ces germes, ayant été transportés accidentellement et ayant séjourné dans un milieu qui ne leur était point destiné, ont perdu leur vitalité.

Ainsi s'expliquent très-rationnellement les différences si grandes dans les résultats qu'on obtient, quand on abandonne des œufs brouillés ou non à leur altération spontanée.

Les observations qui précèdent suffiraient pour établir que les œufs qui se gâtent ont pris leurs germes d'altération dans l'oviducte de la poule; mais voici une expérience qui a le caractère et la force d'une démonstration, car elle montre qu'on peut augmenter, presque à volonté, le nombre des œufs susceptibles de putréfaction.

A l'aide d'une petite seringue, j'ai fait une série d'injections d'un liquide contenant environ cinq cents bactéries mobiles et immobiles par champ, dans l'oviducte d'une poule que j'avais séparée du coq, afin que l'expérience ne fût point troublée par le rapprochement de ce dernier. Le tableau suivant indique les injections faites et les œufs recueillis :

- | | | |
|----|---------|--|
| 11 | juin... | Injection de 2 ^{cc} ,5 de liquide. |
| 12 | » ... | OEuf n° 1. |
| | | Injection de 2 ^{cc} ,5 de liquide, quatre heures après la ponte de l'œuf précédent. |
| 14 | » ... | Injection de 2 ^{cc} ,5 de liquide. |
| 15 | » ... | OEuf n° 2. |
| | | Injection de 2 ^{cc} ,5 de liquide, une heure après la ponte. |

- 16 juin.... Injection de 2^{cc},5 de liquide.
 17 » ... OEuf n° 3.
 Injection de 2^{cc},5 de liquide, six heures après la ponte.
 18 » ... OEuf n° 4.
 Injection de 2^{cc},5 de liquide, cinq heures après la ponte.
 20 » ... OEuf n° 5.
 Injection de 2^{cc},5 de liquide, trois heures après la ponte.
 Cette injection est la dernière.
 22 » ... OEuf n° 6.
 24 » ... OEuf n° 7.
 27 » ... OEuf n° 8.
 29 » ... OEuf n° 9.
 1^{er} juillet. OEuf n° 10.
 3 » . OEuf n° 11.
 4 » . OEuf n° 12.

Tous les œufs sont mis dans un cristalliseur que je recouvre d'une lame de verre, et que je laisse dans une salle exposée au soleil. Les derniers œufs ouverts l'ont été le 16 août. Ils ont donné les résultats suivants :

Nos		Nos	
1.....	Pourri; bactéries.	7.....	Sain.
2.....	Id. Id.	8.....	Id.
3.....	Id. Id.	9.....	Id.
4.....	Sain.	10.....	Pourri; bactéries.
5.....	Id.	11.....	Sain.
6.....	Pourri; bactéries.	12.....	Id.

Il y a donc eu cinq œufs gâtés sur douze; mais on peut décomposer la durée de la ponte en deux périodes : la première qui correspond aux six premiers œufs, et pendant laquelle j'ai fait des injections fréquentes de bactéries; la seconde, qui correspond aux six derniers œufs, et pendant laquelle il n'a été fait aucune injection. Or, pendant la période des injections, quatre œufs se sont gâtés, tandis que dans la suivante un œuf seulement s'est gâté. L'influence de l'injection est manifeste. J'ajouterai que trois œufs pondus par la même poule, les 23, 26 et 27 juillet, examinés le 16 août, étaient restés aussi parfaitement sains.

DONC LES ORGANISMES QUI SE DÉVELOPPENT DANS LES OEUFS GATÉS ONT POUR ORIGINE LES GERMES RECUEILLIS SUR L'OVIDUCTE, PENDANT LA SÉCRÉTION DU BLANC OU DES ENVELOPPES.

Dans les cas ordinaires, les organismes déposés à la surface du canal vecteur ne trouvent pas un ensemble convenable de conditions physiques et chimiques qui leur permettent de se multiplier. Si ces conditions deviennent favorables, ils peuvent y prendre un développement capable de désorganiser la muqueuse de l'oviducte et de déterminer la putréfaction de tout ce qui est arrêté dans le canal. Ainsi s'expliquent les résultats obtenus par Geoffroy Saint-Hilaire.

A l'intérieur d'un œuf maintenu pendant douze jours dans l'oviducte, afin d'y provoquer, si possible, un commencement d'incubation, Geoffroy Saint-Hilaire constate qu'il n'y a aucune trace d'embryon, et il ajoute : « Ce que j'y trouvai renfermé fut ce mélange confus de blanc et de jaune, que l'on connaît sous le nom d'*œuf gâté*, et qu'on observe dans tous les œufs clairs, après qu'ils ont été infructueusement couvés par une poule. Cependant l'altération n'allait pas jusqu'au degré de la putréfaction. Je ne m'aperçus d'aucune odeur désagréable. »

Un autre œuf, retenu artificiellement par une ligature, est resté vingt-huit jours dans l'oviducte d'une poule. A l'ouverture de l'oiseau, on trouva cet œuf enduit de blanc coagulé, en couches d'épaisseurs variables. « L'œuf ouvert, dit Geoffroy Saint-Hilaire, m'a paru aussi frais qu'un œuf nouvellement pondue; je n'y aperçus aucun indice d'un travail d'incubation. Cette circonstance éveilla d'autant plus mon attention, qu'il s'exhalait une odeur fétide de la couche albumineuse revêtissant l'extérieur de la coquille; l'oviducte répandait la même odeur. Ainsi, tout en dehors indiquait un œuf vieux et mauvais, et en dedans, au contraire, l'état du fluide albumineux, un œuf tout frais : c'est que, sans air oxygéné, il n'y a ni respiration ni putréfaction possibles (1). »

Assurément, si l'attention de l'illustre savant avait pu se porter sur la présence de proto-organismes, il en eût trouvé dans ses expériences. Pour nous, qui admettons la corrélation de l'existence d'êtres microscopiques et de la putréfaction, ces faits montrent que l'obstruction de l'oviducte a placé l'organe dans un état pathologique qui a facilité le développement des organismes déposés à sa surface; parallèlement s'est produite la décomposition des œufs.

(1) *Mémoires du Muséum*, t. IX, p. 7.

Annales de l'École Normale. 2^e Série. Tome IV.

Comment les organismes qui sont à la surface du cloaque et le plus souvent immobiles peuvent-ils pénétrer dans l'oviducte et s'avancer à sa surface, jusqu'à plusieurs centimètres de profondeur? Si la muqueuse était malade, on comprendrait que ces petits êtres, trouvant dans le liquide qui l'humecte un milieu favorable à leur développement, puissent se propager de proche en proche par multiplication; mais, dans l'état ordinaire et normal, la muqueuse doit bien plutôt rejeter tout corps étranger qui aurait pu s'introduire accidentellement dans l'oviducte. Les mouvements péristaltiques, à l'aide desquels les poules qui pondent expulsent leurs œufs, ne peuvent que concourir au même but. Si donc la progression spontanée de ces petits êtres est impossible, il faut qu'ils soient entraînés mécaniquement. Les grosses spores que nous avons trouvées n'ont pas évidemment parcouru d'elles-mêmes une distance de 10 à 15 centimètres.

Cet entraînement s'explique, je crois, de la façon suivante. Dans l'accouplement, l'utérus de la poule s'évagine en partie et sort béant du cloaque. C'est là que le coq applique rapidement le tubercule qui remplit chez ces animaux la fonction du pénis des quadrupèdes, et dépose sa liqueur séminale : la copulation ne dure qu'un instant. Aussitôt l'utérus rentre et reprend sa position naturelle. Dans cette opération, les parois de l'utérus ont nécessairement touché en quelques points la surface du cloaque; de plus, elles ont léché la surface du tubercule et du cloaque du mâle, sur lequel, je l'ai constaté, existent aussi de nombreux organismes; de sorte que, en revenant sur lui-même, l'utérus enferme dans la partie inférieure de l'oviducte, en même temps que la semence du coq, une certaine quantité de spores ou d'infusoires. Après l'accouplement, les spermatozoïdes remontent le long de l'oviducte et le parcourent dans toute son étendue, puisque la fécondation s'opère dans l'ovaire. On ignore quelle est au juste la cause de ce mouvement ⁽¹⁾; mais, quelle qu'elle soit, la même force qui pousse ou appelle les sper-

(1) Leuwenhœck l'a attribué au mouvement spontané des animalcules spermatisques; certains physiologistes aux mouvements des cils vibratiles, d'autres aux contractions vermiculaires de l'utérus; Pouchet pensait qu'au moment du coït un spasme très-prononcé de la partie vaginale produisait une aspiration dont l'effet était d'entraîner la semence; Coste considère ce mouvement comme un simple fait de capillarité.

matozoïdes doit vraisemblablement entraîner avec eux tous les corps étrangers qui ont à peu près leurs dimensions (1).

L'explication précédente, qui paraît la plus rationnelle, rend compte en même temps d'une particularité déjà remarquée. Nous avons vu que les œufs non fécondés s'altéraient d'eux-mêmes beaucoup plus rarement que les œufs fécondés; en d'autres termes, au moment de la ponte, ils renferment dans leurs coques moins de germes d'altération que les derniers. Il faut donc qu'ils en aient rencontré moins sur la surface de l'oviducte. Cela se comprend, puisque les organismes ne peuvent pas progresser seuls, et que, d'autre part, par l'absence d'accouplement, rien ne détermine le mouvement antipéristaltique dont nous avons parlé; il est nécessairement très-rare qu'ils sortent du cloaque, et, dans tous les cas, ils doivent s'avancer très-peu dans l'oviducte.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Les faits qui sont exposés dans ce Mémoire peuvent se résumer dans les conclusions suivantes :

1° En dehors du vieillissement naturel, certains œufs éprouvent spontanément des altérations profondes, distinctes les unes des autres; j'en ai observé quatre principales : la putréfaction, le développement de moisissures, la fermentation acide, la production abondante de cristaux.

2° La putréfaction dans les œufs est corrélative du développement et de la multiplication de vibrioniens, bactéries au contact de l'air, vibrions loin du contact de l'air. Les œufs, à ce point de vue, ne sortent point de la loi générale trouvée par M. Pasteur.

3° Des œufs non agités peuvent se putréfier; tous les œufs agités et brouillés ne s'altèrent point. La proportion des œufs gâtés dans les deux cas est extrêmement variable.

(1) MM. Pasteur et Raulin ont fait une expérience intéressante qui prouve l'influence des organismes introduits dans la poche copulatrice des femelles de vers à soie en même temps que la semence du mâle. Ils ont montré qu'en trempant, avant l'accouplement, l'extrémité postérieure du mâle dans un liquide à vibrions, les œufs étaient tous contagionés en même temps que fécondés. (*Annales de l'École Normale supérieure*, 2^e série, t. I, p. 15).

4° On peut faire pénétrer de l'eau dans des œufs sans qu'ils se putréfient; et, lorsque la putréfaction se déclare, ils renferment toujours de nombreux organismes.

5° Les embryons que l'on tue dans la coque, avant la fin de l'incubation, ne se putréfient pas toujours. Ceux qui résistent à cette altération subissent une sorte de *macération* analogue à celle qu'éprouvent les fœtus morts dans le sein maternel, mais sans développement d'organismes microscopiques; quant à ceux qui ne résistent pas, ils renferment de nombreux infusoires.

6° Le développement des moisissures produit une altération spéciale, différente de la putréfaction, mais pouvant exister simultanément avec elle.

7° La fermentation acide est corrélative du développement et de la multiplication d'organismes spéciaux.

8° Les matières de certains œufs se transforment en donnant une quantité notable de tyrosine et de leucine, sans développement corrélatif d'organismes.

9° Les organismes qui se développent spontanément dans les œufs proviennent de germes recueillis à la surface de l'oviducte pendant la formation des différentes couches dont se recouvre successivement le vitellus.



LÉGENDE.

- Fig. 1.* Appareil à percer la coquille des œufs d'autruche, et permettant de recueillir tout le gaz produit par la fermentation putride.
- Fig. 2.* Tube en verre dans lequel on fait bouillir de l'eau. La vapeur, en passant par le tube effilé B et le trocart T, tue tous les germes déposés dans les différentes parties de l'appareil.
- Fig. 3.* Tube précédent dans lequel on fait arriver les matières d'un œuf, puis l'air extérieur dépouillé de ses germes.
- Fig. 4.* Tube précédent séparé du trocart et dont l'intérieur communique librement avec l'air extérieur par le tube étiré et contourné B.
- Fig. 5.* Appareil aspirateur permettant de renouveler l'air dans le tube précédent, pendant qu'il est maintenu à une température constante dans un bain-marie. Un vide partiel est fait dans le ballon A à l'aide d'une pompe à main P; l'air aspiré est chauffé dans un tube fin d'argent L. Le flacon F permet de régler la rentrée de l'air.
- Fig. 6.* Appareil à vis de M. Dumas pour l'étude de l'action de deux liquides séparés par une membrane mince.
- Fig. 7.* *Bacterium termo* se développant dans les œufs pourris au voisinage de l'air :
 $l = 2 \text{ à } 4 \mu; e = 0,3 \text{ à } 0,5 \mu; G = \frac{450}{1}$.
- Fig. 8.* Bactéries très-petites se développant aussi dans les œufs pourris au voisinage de l'air et observés particulièrement dans des œufs de dinde : $l = 1 \mu; e = 0,2 \mu$:
 $G = \frac{450}{1}$.
- Fig. 9.* Organismes très-ténus, de longueur variable, observés dans les œufs pourris :
 $G = \frac{450}{1}$.
- Fig. 10.* (a) Chapelets de grains; (b) chapelets d'articles étranglés; ces organismes ont été vus dans un œuf pourri : $G = \frac{450}{1}$.
- Fig. 11.* Vibrions de la putréfaction, jeunes, vivant loin de l'oxygène de l'air : $l = 2 \text{ à } 8 \mu$;
 $e = 0,8 \text{ à } 1 \mu; G = \frac{450}{1}$.

Fig. 12. Vibrions vieux, à points brillants, observés dans des œufs dont la putréfaction est avancée : $G = \frac{450}{1}$.

Fig. 13. Levûre alcoolique trouvée dans un œuf de poule : $G = \frac{450}{1}$.

Fig. 14. Organismes et cellules épithéliales de la surface du cloaque d'une poule : $G = \frac{450}{1}$.

Fig. 15. Organismes observés sur le cloaque d'une autre poule : (*a*) articles analogues au *Bacterium termo*; (*b*) longs articles flexueux ressemblant à des vibrions; (*c*) long filament; (*d*) *spirillum*; (*e*) amibe; (*f*) spores vieilles et ridées : $G = \frac{450}{1}$.

Fig. 16 (*a*) et (*b*) Spores de moisissures trouvées à 10 centimètres du cloaque dans l'oviducte d'une poule pondeuse; (*c*) long article de 20 μ au moins de longueur : $G = \frac{450}{1}$.

Fig. 17. Organismes trouvés sur la surface du cloaque d'un coq : $G = \frac{450}{1}$.

Fig. 18. *Torula* violette à spores très-grosses : $d = 4$ à 6μ : $G = \frac{350}{1}$.

Fig. 19. Spores précédentes à un grossissement plus fort : $G = \frac{450}{1}$.

Fig. 20. *Torula* à spores oblongues : $d = 2,2$ à $3,3 \mu$: $G = \frac{450}{1}$.

Fig. 21. Chapelets de spores très-fines; *torula* sans mycélium; $d = 0,7 \mu$: $G = \frac{450}{1}$.

Fig. 22. *Aspergillus* dont le mycélium a 1 μ environ de diamètre; les spores rondes ont 1 μ de diamètre.

Fig. 23. Filaments de mycélium gênés dans leur développement à l'intérieur d'un œuf : la moisissure n'avait pas pu fructifier.