

M. 1^o D^r DARESTE

Professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Lille

RECHERCHES SUR LA SUSPENSION DES PHÉNOMÈNES
DE LA VIE DANS L'EMBRYON DE LA POULE

— Séance du 24 août 1878 —

Harvey avait observé que, lorsque l'on ouvre un œuf après trois jours d'incubation, les battements du cœur, d'abord très-fréquents, se ralentissent, puis s'arrêtent; mais qu'ils reparaissent après un certain temps d'arrêt, quand on touche cet organe avec de l'eau tiède ayant à peu près la température de la poule couveuse, ou même simplement avec le doigt. Il avait observé également que cette réapparition des battements du cœur peut se produire à diverses reprises (1).

Cette propriété si remarquable du cœur de l'embryon fut constatée de nouveau par les physiologistes qui étudièrent, après Harvey, l'évolution du poulet: Langly, Stenon, Maître Jean, Haller et Spallanzani. Ils constatèrent même quelque chose de plus; c'est que cette propriété n'existe pas seulement au quatrième jour de l'évolution du poulet; mais qu'elle peut encore se manifester à une époque beaucoup plus avancée de l'incubation, aux dixième et onzième jours. On lit si peu les auteurs anciens que la constatation de ce fait a été récemment signalée comme une découverte nouvelle, par l'auteur d'un traité d'embryogénie publié en Allemagne.

J'ai souvent répété cette expérience d'Harvey dans le cours de mes études sur la production artificielle des monstruosité; et j'ai montré cette propriété du cœur aux personnes qui suivaient mes recherches. Elle est surtout remarquable au quatrième jour de l'évolution; parce que l'on peut alors enlever complètement le blastoderme sans léser l'embryon, et l'observer très-facilement à la loupe ou au microscope. A cette époque la paroi thoracique fait complètement défaut; le cœur se voit à nu en avant de la région cervicale, dans cet espace que Wolff appelait *fosse cardiaque*. Il résulte d'ailleurs du fait de l'individualité

(1) Ovo aeri frigidiori exposito punctum saliens rarius pulsatur, et languidius agitur: admoto, autem digito calente, aut alio blando fœtu, vires statim vigoremque recuperat. Quinetiam postquam punctum hoc statim elanguit, et sanguine plenum a motu omni cessans, nullumque vitæ specimen exhibens, morti penitus succubisæ visum est; imposito digito meo tepente, spatio viginti arteriæ meæ pulsum, ecce cerculum denuo reviviscit, erigitur; et tanquam postliminio ab ore redux, pristinam choream redintegavit. Idque alio quolibet leni calore, ignis nempe aut aquæ rapidæ, iterum iterumque a me, atque aliis facilitatum est; ut, pro libito, misellam animam vel morti tradere vel in lucem revocare in nostra potestate fuerit. (Harvey. *Exercitationes de generatione animalium*. Exerc. 16).

du germe, fait souvent signalé par les embryogénistes, mais sur lequel j'ai particulièrement insisté dans mon ouvrage sur la tératogénie, que l'état du cœur n'est pas le même chez tous les embryons de cet âge; parce qu'il y a toujours des embryons dont l'évolution est plus rapide, d'autres dont elle est plus lente. J'ai constaté, par exemple, dans ces embryons trois états qui correspondent à trois phases successives de l'évolution du cœur. Dans les uns, c'étaient les moins avancés, le cœur n'était encore constitué que par un canal en forme d'anse, dans lequel la région auriculaire occupait la région inférieure. Dans d'autres, la région auriculaire s'était déjà relevée en partie, et était venue se placer derrière la région ventriculaire, l'embryon étant vu par sa face dorsale. Dans d'autres enfin, la région auriculaire s'était complètement relevée, et s'était placée au-dessus du ventricule, immédiatement au-dessous du bulbe, position qu'elle doit définitivement garder.

A une époque plus reculée de l'évolution, l'arrêt et la reprise des battements du cœur sont beaucoup plus difficiles à observer; parce qu'alors le cœur est contenu dans la paroi thoracique, et que cette paroi, transparente d'abord, ne tarde pas à devenir opaque. On ne peut alors constater ces faits qu'en ouvrant la paroi thoracique, et qu'en provoquant, par conséquent, des lésions plus ou moins considérables qui ne peuvent pas ne pas modifier les résultats des expériences.

Dans toutes ces expériences, les expérimentateurs avaient cherché à faire reparaître les battements du cœur, très-peu de temps seulement après leur cessation. J'ai été conduit à me demander, pendant combien de temps, le cœur, ayant cessé de battre sous l'influence du refroidissement, pouvait recommencer à battre sous l'influence de la chaleur. Les expériences que j'ai faites pour répondre à cette question m'ont conduit à des résultats entièrement inattendus.

Mais ici se présentent de nouvelles difficultés. Pouvait-on conserver vivants des blastodermes retirés de l'œuf? Assurément non; il fallait agir sur l'œuf lui-même sans l'ouvrir, et le refroidir en le retirant de la couveuse.

Que se passe-t-il alors? Toutes mes expériences m'ont appris que les phénomènes embryogéniques, c'est-à-dire ceux qui se rattachent à l'évolution, s'arrêtent au moment même où l'œuf est retiré de la couveuse, où il cesse par conséquent d'être soumis à l'action d'une température suffisamment élevée. Je n'ai pas cherché à déterminer la température *minima* à laquelle l'embryon pouvait continuer à se développer; mais je suis certain, d'après des observations antérieures, qu'elle doit être au moins supérieure à 28°, température que l'air n'atteint que très-exceptionnellement dans nos climats. Mais si les phénomènes embryogéniques sont complètement arrêtés par le refroidissement, en est-il de même

des autres phénomènes physiologiques, et particulièrement des battements du cœur.

Or, j'ai constaté que les battements du cœur ne s'arrêtent pas au moment même où l'œuf est sorti de la couveuse; mais qu'ils persistent pendant un certain temps, avant de s'arrêter tout à fait; que, de plus, cet arrêt des battements du cœur est d'autant plus rapide que la température est plus basse.

J'ai fait presque toutes ces expériences l'hiver dernier. Or, la température de cet hiver était exceptionnellement douce. Dans mon laboratoire, le thermomètre marquait de 8° à 10°. A cette température, le cœur des embryons battait encore 24 heures après la sortie de la couveuse: tandis qu'il était arrêté à 48 heures. D'autres expériences, faites pendant l'été et à une température de 19° à 21° m'ont appris que, dans ces conditions nouvelles, l'arrêt complet des battements du cœur est beaucoup plus tardif, puisque le cœur battait encore 7 jours après que l'œuf avait été retiré de la couveuse.

L'arrêt complet des battements du cœur est toujours précédé d'un arrêt de la circulation. En effet, la force des battements diminue en même temps que leur fréquence. A cette époque de l'évolution, c'est-à-dire au commencement du quatrième jour, les vaisseaux ne se sont pas encore produits dans les divers organes de l'embryon, et l'appareil circulatoire n'est encore constitué que par les vaisseaux de l'aire vasculaire; c'est-à-dire par l'aorte et les artères omphalo-mésentériques qui conduisent le sang jusqu'à ces vaisseaux, et par les veines omphalo-mésentériques, par la veine ascendante et la veine descendante qui ramènent le sang de l'aire vasculaire jusqu'au cœur. Il résulte alors de la diminution de force des battements que le cœur ne se vide plus complètement pendant la systole, comme il le fait dans les conditions normales. Tous les embryogénistes savent que lorsqu'à cette époque, on observe le cœur à l'œil nu, il apparaît sous la forme d'un point rouge qui disparaît complètement pendant la systole, pour reparaitre pendant la diastole. Ce point rouge persiste au contraire pendant la systole, lorsque les battements du cœur ont perdu de leur force. On voit alors le mouvement du sang s'arrêter dans les vaisseaux capillaires de l'aire vasculaire; et cet arrêt du sang est le point de départ de congestions. Je n'ai pu voir si, dans ce cas, il y a, comme beaucoup de physiologistes l'admettent, une dilatation des vaisseaux capillaires. Mais j'ai constaté un fait qui me paraît avoir une assez grande importance dans le mécanisme des congestions. Lorsque le sang circule, même dans les vaisseaux dont le calibre est le plus petit, les globules rouges ne se trouvent jamais que dans l'axe des vaisseaux; ils sont séparés de la paroi vasculaire par une couche liquide de sérum. Or, j'ai toujours vu que

lorsque le sang s'arrête, les globules rouges se répandent dans toute la cavité du vaisseau. Si l'on n'observait qu'à la vue simple, on pourrait croire à une dilatation; mais l'emploi de la loupe et du microscope permet de reconnaître que cette apparence dépend seulement de l'expansion des globules rouges dans toute l'étendue de la cavité vasculaire.

La fréquence des battements du cœur est alors considérablement diminuée. Elle tombe à huit par minute; puis à quatre et trois par minute. Les battements sont alors séparés par d'assez longs intervalles. On voit alors, au moment de la systole, le sang se mouvoir dans les artères omphalo-mésentériques en suivant son cours normal, et en même temps refluer dans les veines omphalo-mésentériques, la veine ascendante et la veine descendante. Immédiatement après la systole, le sang éprouve dans tous ces vaisseaux un mouvement en sens inverse qui le fait refluer dans les cavités du cœur, mouvement qui se manifeste aussi bien dans les artères que dans les veines.

Il arrive enfin un moment où le cœur cesse de se contracter. Comme je l'ai dit plus haut, ce fait se produisait entre la 24^e et la 48^e heure après l'arrêt de l'incubation, lorsque je faisais ces expériences par une température de 8° à 10°. Or, j'ai vu que, lorsque l'on ouvrait les œufs durant cette période, et qu'on touchait le cœur avec de l'eau tiède, les battements recommençaient, même plusieurs jours après leur cessation complète. Toutefois la fréquence et la force des battements étaient d'autant plus marquées que l'arrêt avait été moins long. Il arrivait un moment où l'oreillette seule était capable de se contracter. On sait que Galien a déjà signalé l'oreillette comme l'*ultimum moriens*. Après cinq jours d'arrêt, je n'ai plus rien obtenu.

La réapparition du battement du cœur se produit de la même façon, quand, au lieu d'employer le contact de l'eau chaude sur des embryons retirés des œufs, on laisse les œufs intacts et on les replace dans la couveuse. Mais alors j'ai observé des faits entièrement inattendus.

Lorsque j'ai remis en incubation des œufs retirés de la couveuse de puis deux jours, l'évolution complètement arrêtée depuis ces deux jours, s'est généralement rétablie et a repris son cours normal. Les embryons soumis à ces conditions, n'ont pas, pour la plupart, atteint l'époque de l'éclosion. Toutefois, j'ai pu voir éclore un poulet soumis à ces conditions et qui a brisé sa coquille le 23^e jour au lieu du 21^e. Le poulet, né au commencement du mois de mars, est devenu un très-beau coq, qui vit encore au moment même où j'écris ces lignes. Dans quelques cas seulement, la reprise de l'évolution n'avait pas eu lieu.

Dans tous ces cas, la circulation avait été complètement arrêtée. Quant aux battements du cœur, ils s'étaient considérablement ralentis ou même avaient complètement cessé.

Je ne puis assurément en donner la preuve directe, car les battements du cœur ne peuvent se voir au travers de la coquille. Mais, à défaut d'une certitude absolue, j'ai, du moins, de très-fortes présomptions, résultant de l'ouverture d'œufs qui avaient été soumis exactement aux mêmes conditions que ceux que je remplaçais dans la couveuse. Pour éviter les causes d'erreur pouvant se produire pendant le détachement du blastoderme, je me contentais d'enlever la partie de la coquille qui recouvrait l'embryon, et j'étudiais l'embryon au travers de la membrane vitelline en l'éclairant à l'aide d'un miroir et en l'observant à la loupe, comme les médecins observent la rétine à l'aide de l'ophthalmoscope. Ces observations que j'ai faites avec le concours du D^r Martin, médecin de l'École polytechnique, m'ont permis de constater, dans certains cas, l'arrêt complet des battements du cœur.

Les phénomènes physiologiques dont l'embryon est le siège après trois jours d'incubation, ne consistent encore que dans l'évolution et la circulation de l'aire vasculaire. Il y avait donc eu suspension de la vie sous l'influence du refroidissement; puis réapparition des phénomènes de la vie sous l'influence de la chaleur de l'incubation.

Cette suspension complète et cette reprise de la vie, constatées depuis longtemps chez les végétaux et chez les animaux à sang froid, n'avaient jamais été observées chez les animaux à sang chaud. Nous savons, en effet, par les travaux de M. Bouchut, que dans la syncope, si longtemps attribuée à la cessation complète des battements du cœur, il y a seulement diminution du nombre et de l'énergie des battements.

M. Bouchut s'en est assuré par l'emploi de l'auscultation qui permet de constater l'existence des battements du cœur, lorsqu'ils ne sont perceptibles ni par l'application de la main sur les parois thoraciques, ni par l'inspection des battements des artères.

Ces observations de M. Bouchut ont d'autant plus d'intérêt qu'elles s'appliquent aux mammifères hibernaux. Y a-t-il dans l'hibernation arrêt complet des battements du cœur, puis reprise des battements avec la cessation de l'engourdissement hivernal? Il y a des observations de Saissy qui sembleraient indiquer que, dans l'hibernation, le cœur s'arrête complètement. Mais, dans ces observations, l'arrêt complet des battements du cœur n'a été constaté que par la mise à nu de cet organe; et il aurait bien pu en être la conséquence. On doit donc se demander si, avant l'opération, l'auscultation n'aurait pu faire constater l'existence de battements complètement imperceptibles par d'autres méthodes.

A l'époque de l'évolution où j'ai observé ces faits, l'embryon est déjà presque entièrement formé. Il en résulte que ce refroidissement temporaire ne peut déterminer qu'un très-petit nombre d'événements tératogéniques. Les seules monstruosité que j'ai observées chez quelques-uns

de ces embryons, étaient des cas d'éventration ou de *célosomie*, tenant à un arrêt de développement des parois abdominales.

La reprise de l'évolution ne s'est pas produite, lorsque j'ai replacé dans la couveuse des œufs qui en avaient été retirés depuis trois ou quatre jours. Il y a eu seulement, dans plusieurs de ces œufs, réapparition des battements du cœur qui ont duré pendant quelque temps, puis se sont complètement arrêtés. Ces battements étaient d'ailleurs peu fréquents et peu intenses. La mort s'est toujours produite au bout de deux ou trois jours.

Il faut ajouter que ces faits se rattachent tous à une certaine période de l'évolution, et aussi à un certain degré de température. Il m'est absolument impossible de prévoir ce qui aurait lieu si l'on prenait des embryons à un autre âge, ou bien si l'on soumettait des embryons du même âge à un degré différent de refroidissement. L'expérience seule pourra décider la question.

Les conséquences de ces faits sont évidemment très-nombreuses. Mais je ne puis que les indiquer, pour le moment. On voit de suite que l'incubation peut être suspendue pendant un certain temps, sans que cette suspension ait d'autre résultat que celui d'un retard de l'éclosion. Cela n'explique-t-il pas comment, chez certains oiseaux, les autruches, par exemple, l'incubation n'est pas continue.

On n'a pas encore étudié les conditions du développement de l'embryon dans les œufs des animaux à sang froid, que l'absence d'incubation au moins dans le plus grand nombre des cas, expose à des alternatives de refroidissement et de réchauffement. Il est très-probable que ces alternatives ont pour effet de ralentir et même de suspendre pendant un temps plus ou moins long les phénomènes physiologiques de l'embryon, et que là aussi la suspension de ces phénomènes n'entraîne pas immédiatement la mort. C'est une question que je sou mets aux physiologistes qui s'occupent de l'étude de ces animaux.

DISCUSSION

M. POUCHET rappelle en quelques mots son procédé et pense qu'on pourra, en se plaçant dans certaines conditions de température et de milieu et en se mettant autant que possible à l'abri des moisissures, développer un œuf de poule en dehors de la coquille de l'œuf, dans un vase poreux, par exemple.
