

Sur cette page : [table des matières](#) - [introduction](#) - [conclusion](#)

Table des matières

Introduction

XVIII^e et XIX^e siècle, la découverte des animaux microscopiques ressuscitants et l'identification d'un nouvel objet de science

- ▶ Le microscope révèle les animaux ressuscitants - Les rotifères - Les anguillules - Les tardigrades
- ▶ L'origine des anguillules : trois décennies de discussions
- ▶ L'observation des animaux ressuscitants par Spallanzani - Spallanzani ou l'impossible acceptation d'un entre-deux
- ▶ La vie suspendue chez Lamarck, un cadre pour une réflexion sur la nature du vivant
- ▶ Conclusion : L'identification de nouveaux objets de science

La résurrection face à l'expérience

- ▶ Dutrochet : l'observation et l'expérience pour révéler des faits
- ▶ Doyère : l'expérience comme base de l'explication
- ▶ Les travaux de la commission Broca : l'expression des enjeux philosophiques - Les enjeux philosophiques - De la valeur des expériences Conclusion de la commission
- ▶ Des expériences pour quels débats ? - Quels liens avec les générations spontanées ?
- ▶ Conclusion : Des débats pour penser la relation entre l'inerte et le vivant

La vie latente : exploration d'un état physiologique

- ▶ Claude Bernard : Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux - Description de la vie latente dans les leçons de Claude Bernard - Explication bernardienne de la vie latente
- ▶ La graine, cas commun de la suspension de l'activité - Définitions de la graine au début du XIX^e siècle et le temps suspendu - La préservation de la

faculté de germination - La germination ou la reprise de l'activité - Caractéristiques de l'état de vie latente des graines

- ▶ Paul Becquerel et l'arrêt complet de la vie
- ▶ Conclusion : De la vie latente à la vie suspendue

La cryptobiose : potentiel et limites d'un concept

- ▶ La cryptobiose, une phase amétabolique dans les cycles de vie - Le prolongement de l'approche naturaliste - Évolution du lexique et affinement des notions
- ▶ Une nouvelle spécialité : la cryobiologie - La résistance au froid - Cryoconserver - Structuration d'une spécialité : la cryobiologie
- ▶ De la cryptobiose à la cryobiologie, via la cryobiose : Quelle théorie pour la vie latente ? - Un lien fondateur
- ▶ La cryptobiose : « un état d'organisation biologique » - La cryptobiose : concept descriptif ou explicatif ?
- ▶ Significations d'une mise en pratique, le cas de la cryoconservation des gamètes et embryons, de l'animal à l'humain
- ▶ La cryoconservation des embryons : la force de l'empirisme
- ▶ Une « biologisation » du cycle vital humain ?
- ▶ Conclusion : Une interrogation fondamentale sur la notion de vivant

Conclusion générale

Annexes

- ▶ Conclusions de Doyère - Extrait du Rapport de Broca : Importance de la question des reviviscences - Liste des expériences rapportées par Broca - Expériences de Pouchet sur la résistance vitale - Vie latente et littérature au XIX^e siècle
- ▶ Glossaire - Bibliographie - Index

Introduction

« *Bientôt je pus montrer quelques esquisses. Personne n'y comprit rien. Même ceux : qui furent favorables à ma perception des vérités [...] me félicitèrent de les avoir découvertes au microscope. Quand je m'étais au contraire servi d'un télescope pour apercevoir des choses, très petites en effet, mais parce qu'elles étaient situées à une grande distance et qui étaient chacune un monde. Là où je cherchais les grandes lois, on m'appelait "fouilleur de détails".* »

Au début du XVIIIe siècle, le microscopiste Antoni van Leeuwenhoek rendait compte de sa découverte de petits animalcules ressuscitants, qu'il décrivit attentivement et nomma rotifères. Ces petits êtres sont en effet capables de se dessécher dans certaines conditions, de devenir totalement inertes pendant des mois, voire des années, et de recouvrer la vie une fois réhydratés. Bien plus que de révéler une nouvelle curiosité de la nature, le savant hollandais ouvrait la voie, grâce à la découverte de cette propriété, à la formulation d'un ensemble de problèmes qui devaient impliquer de nombreux naturalistes et physiologistes trois siècles durant.

Dès le XVIIIe siècle, John Needham et Lazzaro Spallanzani ajoutent les anguilles et les tardigrades aux espèces concernées. Leurs travaux portent sur la recherche de nouvelles espèces présentant cette capacité, sur les conditions dans lesquelles les animaux doivent se dessécher et sur les conditions physiques inhabituelles, notamment de température basse ou élevée, qu'ils sont capables de supporter. Au-delà de ces problèmes, ils accordent beaucoup d'importance à l'analyse de la nature de l'état dans lequel se trouvent ces animaux desséchés. Peuvent-ils être considérés comme morts ou sont-ils toujours porteurs d'un fil de vie ? En d'autres termes, s'agit-il d'une résurrection véritable ou non ?

Par la suite, ce sont ces mêmes problèmes qui semblent se reposer à chaque génération de scientifiques, chacune les investissant avec des méthodes et des moyens techniques nouveaux. Il s'y ajoute au XIXe siècle, le problème des phénomènes chimiques en jeu à l'échelle de la matière du vivant au sein de ces organismes. Mais, la question la plus importante que soulèveront, dans les années 1840 et 1850, Louis Michel Doyère et Félix Pouchet reste bien celle de la caractérisation de l'état de ces animaux desséchés et de la signification à donner à leur retour à la vie active. En 1859, une commission de la Société de biologie rendra un rapport rédigé par Paul Broca. Sa conclusion soutiendra Doyère en estimant que les organismes rendus inertes préservent la nature et la structure de la matière qui les constitue. Tandis que pour Pouchet, le dessèchement correspond à une destruction de la matière et aucune résurrection ne peut être rendue possible par un retour à des conditions d'humidité satisfaisantes.

Cet épisode révèle bien l'immense difficulté à laquelle se confrontent les biologistes et les physiologistes lorsqu'ils tentent d'explorer cette fameuse capacité de résurrection. Tout est lié à la ténuité des phénomènes. Il ne s'agit, en effet, pas seulement de s'assurer que les conditions de déshydratation ont été poussées à leur maximum, mais surtout de chercher la preuve de l'arrêt ou non du métabolisme de ces organismes. Ce faisant, ces animaux ressuscitants apparaissent comme des êtres idéals pour explorer une des limites du vivant et l'enjeu est évidemment de la première importance quant aux conceptions du vivant. Par la suite, certains biologistes ne s'y tromperont pas et la vie latente – puisque c'est l'expression consacrée à partir de cette époque – sera souvent un sujet investi comme une question de biologie tout à fait centrale. Claude Bernard, notamment, lui accordera la plus grande attention et lui attribuera une place cruciale dans sa conception du vivant. La caractérisation de l'état de vie latente sera complétée durant la deuxième moitié du XIXe et la première moitié du XXe siècle. L'existence d'un état amétabolique réversible est alors avérée et Daniel Keilin propose un nom pour le désigner, celui de cryptobiose. Ceci n'est pourtant pas la fin de l'histoire. En effet, certains problèmes présents presque deux siècles plus tôt semblent toujours se poser. Qu'en est-il des mécanismes en jeu ? Quelle signification donner à l'existence de cet état dans une réflexion plus générale sur le vivant ? À mesure des explorations successives les limites ont été repoussées et les questions réactivées.

Cette dynamique se perpétue, durant le seconde partie du XXe siècle, alors que les apports de la biologie cellulaire, de la biochimie et de la biologie moléculaire apportent beaucoup à la compréhension des mécanismes et qu'en outre, le développement des méthodes de cryoconservation ouvre largement les possibilités d'observation d'objets biologiques en vie latente.

Partie d'un constat à propos de quelques animaux curieux, cette capacité semble s'imposer aux biologistes et devenir incontournable. Beaucoup l'observent, l'explorent expérimentalement et élaborent à son propos une réflexion visant à lui donner une signification biologique. Apparemment anecdotique, la vie latente

s'avère concerner certaines des questions les plus délicates de la compréhension du vivant. C'est ce qu'ont reconnu certains biologistes depuis trois siècles. L'histoire des sciences peut donc suivre ce processus complexe de problématisations successives autour de cet « objet biologique ». Parcourus sur trois siècles, les itinéraires de la recherche sur les organismes en vie latente traversent certaines des questions les plus centrales de la biologie. Ils rencontrent notamment les thèmes de la génération, de la nature chimique et de l'organisation de la matière du vivant, mais également le problème fondamental de la définition du vivant.

Pourtant le thème de la vie latente a été par trop négligé par les historiens des sciences. Jean Rostand s'est intéressé à la question et l'a traitée dans des écrits sur les origines de la biologie expérimentale et sur Spallanzani, mais il se limite essentiellement au XVIIIe siècle. Il a de nouveau montré son intérêt pour ce thème dans une préface, écrite pour un ouvrage de Louis Rey ; en quelques lignes, il y rappelle que, de Spallanzani à Paul Becquerel, en passant par Bernard, l'idée d'une vie latente, préservant la structure et sans aucune activité métabolique, s'est progressivement imposée.

Au milieu du XXe siècle Daniel Keilin consacra une partie importante d'un article de synthèse sur la vie latente à la présentation de données historiques. Il ne s'agit pas d'un travail d'historien, mais les faits sont présentés avec précision et Keilin évoque les principaux débats des XVIIIe et XIXe siècles sur la biologie des invertébrés sujets à la vie latente. Marc Ratcliff pour sa part s'est intéressé particulièrement aux travaux de microscopie du XVIIIe siècle sur les rotifères et a révélé dans un article très documenté comment ils constituent dès cette époque un exemple de programme de recherche en microscopie. L'analyse de Ratcliff apporte un éclairage très utile sur les méthodes et les pratiques appartenant au contexte du débat qui nous intéressera entre Needham et Spallanzani. Il convient de signaler également le texte de la conférence donnée par Anne Diara dans le cadre du séminaire de Jacques Roger qui fut durant toute une année consacré à l'année 1859. Il s'agit d'un travail historique très documenté et parfaitement éclairant sur le débat opposant Doyère et Pouchet en 1859 et qui fut donc arbitré par une commission de la Société de biologie. Diara présente ce débat sur les animaux ressuscitants, comme un « débat propédeutique » à celui sur les générations spontanées qui s'instaura quelques mois plus tard.

Enfin, dans son étude sur le savant rouennais, Maryline Coquidé a montré l'importance des travaux de Pouchet sur les animaux ressuscitants. Donnons également quelques précisions sur l'évolution du vocabulaire du sujet de la vie latente qui peut se résumer en trois temps principaux. Au XVIIIe siècle, lors du débat sur les animaux ressuscitants, Needham et Spallanzani utilisent couramment les expressions vie suspendue, résurrection et animaux ressuscitants. Les deux dernières expressions seront souvent employées jusqu'au milieu du XIXe siècle et seront ensuite de moins en moins utilisées. Vie suspendue, en revanche, trouvera jusqu'à aujourd'hui des utilisateurs réguliers, mais ne sera pas une expression dominante.

De même, le mot reviviscence, très ancien puisque repéré dès 1586, provenant du latin *reviviscentia*, revenir à la vie, est couramment utilisé à partir du début du XIXe siècle pour désigner la faculté de dessèchement des mousses. Son usage s'étendra par la suite aux animaux. Vie latente apparaît dans les années 1840. Latent est un adjectif emprunté vers 1370 au latin *latens*, *latentis*, qui signifie « caché, secret, mystérieux ». C'est à la fin du XVIIIe et au début du XIXe siècle que cet adjectif trouve des emplois spécialisés. Sa première occurrence apparaîtrait en biologie en 1837 à propos des yeux latents qui dans les arbres cultivés resteraient à l'état rudimentaire et seraient peu développés. Dans un premier temps, en 1842, Doyère attribue à la vie latente le sens d'une sorte de vie minimale et donc refuse de l'identifier à l'état d'inertie absolu qui caractérise selon lui les animaux desséchés. En revanche, en 1870, Bernard l'emploie pour décrire l'absence de métabolisme et tente de sceller le sens définitif de cette expression. Elle est encore couramment utilisée aujourd'hui. En 1909, Paul Becquerel lui préférera cependant l'expression vie suspendue pour mieux signifier l'arrêt du métabolisme.

À la même époque, en 1872, Pryer crée le terme *anabiosis*, qui étymologiquement provient du grec *anabiōsis* qui veut dire résurrection. Keilin, comme nous le verrons, formulera en 1959 plusieurs propositions terminologiques et suggèrera d'abandonner *anabiosis* (*anabiose* en français) qui selon lui peut-être confondu avec *abiotique* et *abiogénèse*. C'est donc lui qui propose *cryptobiose* en exploitant la racine grecque, *kruptos*, caché. Ce terme sera dès lors souvent utilisé dans les domaines biologiques s'intéressant à des organismes capables de rester dans cet état d'amétabolisme réversible.

Par commodité, nous utiliserons dans ce volume, comme expression générique, l'expression vie latente. Au demeurant, à chaque fois que cela sera possible, pour chaque situation particulière, il conviendra d'employer l'expression datée et nous parlerons donc d'animaux ressuscitants, de vie suspendue ou de cryptobiose... Soulignons que nous nous intéresserons ici à la notion de vie latente et que nous délaisserons celle de vie ralentie, en d'autres termes nous nous intéresserons à la notion d'amétabolisme et nous

délaierons celle d'hypométabolisme. En outre, nous n'aborderons pas les notions de diapause, de quiescence et de dormance qui ne s'appliquent pas exclusivement aux états amétaboliques.

Le cadre qui est le nôtre est finalement assez simple à délimiter. Il s'agit des organismes capables d'entrer en état de vie latente à l'issue d'une déshydratation, de ne présenter alors aucun signe d'activité métabolique et de recouvrer une activité normale lors du retour des conditions hydriques satisfaisantes.

Aujourd'hui, la liste est longue de ces organismes capables de vie latente. Plusieurs ouvrages récents traitent de nombreux exemples, parfois en intégrant cette capacité dans la problématique plus générale de la vie dans des conditions extrêmes. Sans être exhaustif, ils traitent des bactéries, des spores, des nématodes, des graines, des lichens... et de certaines espèces particulièrement étudiées comme le ver de vase africain, *Polypedium vanderplanki* et le crustacé *Artemia salina* ... Notre choix a été de privilégier les organismes qui ont été le plus au cœur des débats historiques, il s'agit des rotifères, des tardigrades, des anguillules et des graines.

L'itinéraire proposé se composera de quatre tableaux. Le premier présentera l'œuvre des naturalistes du XVIIIe siècle. Les observations et expérimentations de Needham et Spallanzani se révèlent comme le cadre d'interrogations des plus fondamentales sur ces animaux ressuscitants. Les deuxième et troisième tableaux se concentreront sur des auteurs français du XIXe siècle qui ont été particulièrement actifs dans l'étude de la vie latente. Après une présentation des travaux de Dutrochet, nous porterons une attention particulière au débat très riche qui, à la fin des années 1850, oppose Doyère et Pouchet et mobilise la Société de biologie. Nous analyserons ensuite, au travers de ses leçons de 1870, l'apport conceptuel important de Claude Bernard à ce domaine. Nous poursuivrons en présentant les travaux des botanistes Van Tieghem et Gaston Bonnier sur la vie latente des graines, ils précèdent ceux de Paul Becquerel qui aboutit à une définition de la vie suspendue.

La dernière partie de cette étude portera sur le XXe siècle. Nous présenterons le contenu du concept de cryptobiose qui tend à s'imposer durant la seconde moitié du siècle et nous chercherons à repérer ses limites, notamment en le confrontant au domaine de la cryopréservation dont le développement est très actif durant la même période.

Conclusion

Au XVIIIe siècle, un nouvel objet de science a été identifié : des animalcules, les rotifères, tardigrades et autres anguillules, présentent la capacité de « ressusciter » après avoir été desséchés pendant des périodes plus ou moins longues. Nous avons tenté de présenter ici quatre tableaux de l'histoire de l'étude de cette capacité. Chacun d'eux révèle une composition nouvelle de la problématique de l'arrêt de la vie, ces renouvellements suscitent autant de modulations de la présence de l'observation, de l'expérimentation et de la conceptualisation.

Dès la découverte des animaux ressuscitants, les limites de la propriété qui les caractérise sont explorées avec les moyens de l'époque. Au-delà de la démarche descriptive et taxinomique, Needham et Spallanzani, par leurs observations et leurs expérimentations, évaluent cet état desséché, la capacité de résistance à différents facteurs de l'environnement et le phénomène de retour à la vie. L'approche de cette limite entre la vie et la mort n'est pas sans lien avec les questions générales sur la génération, telles que les générations spontanées et le débat entre l'épigénisme et le préformisme.

Durant la première moitié du XIXe siècle, nous assistons à une prolongation de l'étude expérimentale de la capacité de résurrection. Le travail de Dutrochet, aussi bien que celui de Doyère relèvent autant de l'esprit naturaliste descriptif que de l'expérimentation. Doyère cependant pousse l'analyse et propose, au terme de son étude des tardigrades, une conception distinguant la vie in potentia et la vie in actio. Le débat qui l'oppose à Pouchet révèle le cadre philosophique dans lequel cette question de la vie latente s'inscrit, au moins pour ce milieu de siècle marqué par ailleurs par la controverse sur les générations spontanées. L'explication biologique de la vie suspendue est alors un enjeu dans l'opposition entre vitalisme et organiscisme.

Dans l'ensemble, ce débat confortera certains auteurs, à la suite de Doyère, dans une conception de la vie latente fondée sur l'état de la matière desséchée, c'est-à-dire sa nature chimique et son organisation. C'est ainsi que Bernard prend en compte les caractéristiques de cet

état dans sa théorisation du vivant et implique le fait biologique de la vie latente, première forme de vie, dans une réflexion philosophique dont l'ambition est de définir et de concevoir le vivant. Pour autant ceci ne met pas un terme aux efforts d'exploration expérimentale. Des botanistes et physiologistes, comme Van Tieghem et Bonnier, s'engagent durant la deuxième partie du siècle dans une nouvelle tentative de caractérisation de l'état de vie latente des graines, dont ils explorent les limites de la résistance au froid et par là les limites du maintien de l'organisation. À leur suite, Becquerel affirmera, au début du XXe siècle, à l'issue de ses propres investigations, que la graine en vie suspendue est parfaitement inerte et privée de toute forme de métabolisme.

Au XXe siècle, cette propriété trouve une nouvelle dénomination avec le terme de cryptobiose. Les changements d'échelles, rendus possibles par les développements de la biochimie, puis de la biologie moléculaire, permettent d'en rechercher les mécanismes fondamentaux. La cryptobiose, définie comme un état amétabolique réversible, apparaît comme un espace particulier du monde vivant, elle en est une des limites. Mais la question ne se pose plus en termes de vivant ou non vivant, pas plus qu'en terme de position dans une définition du vivant. Chez les organismes en cryptobiose, structure et métabolisme, qui caractérisent le vivant, se découplent temporairement. Le temps de la cryptobiose est précédé par celui de la préparation à la cryptobiose, des voies métaboliques particulières permettent en effet la préservation des structures et, ainsi, potentiellement le retour ultérieur à l'activité.

Au long de ces presque trois siècles, les investigations témoignent d'une difficulté à caractériser cet état amétabolique et, tout simplement, à faire la preuve de son existence. Cette recherche s'est-elle accompagnée de tentatives de conceptualisation ? En d'autres termes, quels outils a-t-on forgés pour penser cette propriété biologique ? Plusieurs moments ont été particulièrement marquants sur ce plan. Retenons les propos de Doyère, Bernard, Becquerel et Keilin qui ont tous tenté de relier la réalité biologique, issue des observations et des expériences, à une idée de la vie latente, utilisable dans une approche générale du vivant. Cette énumération d'auteurs ne correspond pourtant pas aux étapes d'un processus continu. Il s'agit plutôt de moments de réflexion autour d'une idée récurrente, mais qui semble plusieurs fois changer de teneur et de portée. Rappelons deux situations opposées. Bernard inclut la vie latente dans sa définition de la vie, en en faisant une forme de vie et il lui confère ainsi une portée extrêmement large. En revanche, à la fin du XXe siècle, l'application du concept de cryptobiose semble être limitée au domaine naturaliste et peine à gagner le champ des applications. Quelles transformations un concept, tel que celui de cryptobiose, devrait-il subir pour devenir effectivement transposable au champ des applications ? Ce changement peut-il être le fait de la seule pratique ou relève-t-il d'une décision, moment où une personne ou un groupe statue sur le concept ? Le mot concept est utilisé par les scientifiques du domaine qui nous intéresse, ils parlent aujourd'hui du concept de cryptobiose. Selon Canguilhem : *« Le problème en biologie, n'est [...] pas d'utiliser des concepts expérimentaux, mais de constituer expérimentalement des concepts authentiquement biologiques. »* Pour justifier cette idée, le philosophe s'appuie sur la découverte des fonctions du foie par Claude Bernard, sans doute aurait-il pu utiliser le concept de vie latente que le physiologiste avait constitué sur la base des expérimentations. Après avoir éprouvé expérimentalement la vie latente Bernard constitue effectivement un concept qui prend part à sa définition et à sa conception de la vie.

Pourquoi, aujourd'hui, la cryptobiose, en tant qu'« état particulier de l'organisation biologique », se verrait-elle refuser un statut et une portée équivalents ? Sans doute pourrait-elle les rencontrer en étant clairement associée aux thèmes, tels que les origines de la vie ou le statut des virus, qui stimulent couramment la réflexion sur les limites du vivant et sur sa définition.