II - L'ORGANISME

3. 1. 16.

Au XVIII° siècle, on découvrit le vivant comme organisation, comme organisme ; les deux termes étaient alors synonymes. Dès le milieu du siècle, on désignait le plus souvent les vivants comme êtres ou corps "organisés" et l'on entendait marquer par là leur distinction du minéral, du non vivant[1]*. Les cristaux, cependant, continuaient à être rangés parmi les corps organisés.*

Le concept d'être organisé, note Kant, désigne un être matériel qui n'est possible que par le rapport réciproque, comme fin et moyens, de tout ce qui est contenu en lui[2]*. En parlant d'organisation, on désignait la cohérence de parties différenciées, ainsi que des lois qui les régissent, concourant à l'unité d'un tout. On qualifie d'organisée, en effet, une totalité formée par le concert d'éléments distincts dont la nature et la fonction, néanmoins, ne se conçoivent qu'en rapport à elle. Ainsi, tout corps organisé est à lui-même sa propre fin comme ensemble intégré de fonctions et d'organes. En ce sens, la notion d'organisation correspond désormais sans doute à la perception la plus immédiate que nous prenons du vivant et les organismes, à ce titre, sont notamment de plus en plus considérés comme ne pouvant exister sans la multitude de micro-organismes qui les habitent – à l'exemple des deux kilogrammes de bactéries qui peuplent notre flore intestinale, dont on reconnait de plus en plus l'implication dans nombre de pathologies, du diabète à la maladie de Parkinson*[3]*. On parle en ce sens « d'holobionte » plutôt que d'organisme*[4]*. Nous avons autant de cellules humaines propres que nous portons de cellules microbiennes, qui agissent sur nos mécanismes physiologiques et participent donc à la formation de notre identité ; laquelle pourra par là-même être modifiée demain. Certains veulent ainsi nous rebaptiser « Chosmo-sapiens ».*

---

[1] Voir J. Schiller *La notion d'organisation dans l'histoire de la biologie*, Paris, Maloine, 1978.
[2] *Sur l'usage des principes téléologiques en philosophie*, 1788, trad. fr. *Œuvres philosophiques II*, 3 volumes, Paris, Pléiade Gallimard, 1985.
[3] L'importance fonctionnelle de la flore intestinale fut d'abord reconnue par l'embryologiste Elie Metchnikoff au XIX° siècle.
[4] Voir M-A. Sélosse *Jamais seul*, Paris, Actes sud, 2017.

Il faut se demander, néanmoins, lequel, entre l'organisé et le vivant, est la métaphore de l'autre. Si le caractère organisé que l'on prête au vivant, en d'autres termes, nous renseigne véritablement sur sa nature où n'est qu'une façon d'en exprimer la singularité et la valeur. La perfection du corps organisé, en effet, suscite l'admiration ; son organisation même invite à deviner, au-delà de lui, un organisateur.

De fait, l'organique, le vivant et le libre participent d'une même perception. Ce sont trois expressions d'une même aspiration, écrit un auteur ; une aspiration à la vie sans contrainte, cohérente et harmonieuse[5]*. Le thème organiciste est d'emblée une surévaluation du vivant. C'est ainsi, nous le verrons, qu'il put être le maître-mot du vitalisme. C'est également ainsi qu'on en appliquera l'image à une multitude d'autres réalités, notamment politiques, pour en souligner l'harmonie et la cohérence supérieure*[6]*. La notion d'organisme nous est en fait une véritable catégorie de pensée et nous n'en soupçonnons pas facilement toutes les occurrences et ramifications. Parler de la décadence de l'Empire romain, note par exemple un auteur, c'est considérer celui-ci comme un organisme dont toutes les parties sont dépendantes les unes des autres, de sorte que nous nous attendrons les voir toutes péricliter en même temps et peinerons à percevoir que cette période connut de remarquables progrès*[7]*.*

En ce sens, force est de reconnaître que la notion d'organisation est une bien pauvre métaphore appliquée au vivant. Il est facile, en effet, de souligner qu'elle ne lui appartient nullement en propre ; l'organisation définit aussi bien une machine[8]*.*

Cependant, dans une machine, dira-t-on peut-être, les pièces gardent leur caractère propre même lorsqu'elles sont séparées de l'ensemble ; tandis qu'une main, détachée du corps, n'a plus rien d'une main. En fait, on pourrait tout aussi bien soutenir le contraire : une partie organique peut être autonome (la bouture, le ver coupé, la semence congelée), tandis que si une pièce lui manque, la machine ne fonctionne plus. On a affaire ici à une antithèse

---

[5] Voir J. E. Schlanger *Les métaphores de l'organisme*, Paris, Vrin, 1971, p. 121.

[6] Dans sa *Civilisation en Italie au temps de la Renaissance* (1860, trad. fr. en 2 volumes, Paris, Plon, 1906), Jacob Burckhardt estime que ce fut Machiavel qui le premier traita d'une réalité politique – la ville de Florence – comme un organisme (I, p. 103).

[7] Voir R. Rémondon *La crise de l'Empire romain*, Paris, PUF, 1970, pp. 253-254.

d'ordre intuitif que l'on peut tourner en tous sens parce qu'elle choisit ses éléments de rationalisation d'une manière orientée et donc sélective[9]*. Ce genre de rationalisation imagée et partielle fourmille dans la science du vivant.*

Impossible néanmoins de faire sans l'organisme – idée qui désigne le vivant comme organisation et qui sera dégagée par Leibniz et, avant lui, par le botaniste John Evelyn[10] *– pour traiter des approches contemporaines du vivant. Ce que nous ferons à travers trois thèmes : II. 1. Organisation et régulation ; II. 2. La biologie moléculaire ; II. 3. La valeur de la vie*

[8] Voir B. Russell *Human Knowledge*, London, G. Allen & Unwin Ltd, 1948, pp. 48-49.
[9] Voir J. E. Schlanger *op. cit*., p. 19.
[10] Voir F. Duchesneau *Organisme et corps organique de Leibniz à Kant*, Paris, Vrin, 2018.

II. 1. Organisation et régulation

3. 1. 17.

Dès lors qu'on réfléchit sur le vivant, il n'est guère possible de s'affranchir de la succession historique sous laquelle se sont inscrits les différents concepts qui permettent de l'appréhender.

Dans la précédente section, nous nous sommes arrêtés à la fin du XVIII° siècle, quand le vivant fut saisi dans sa pleine singularité. Nous verrons ici cette approche approfondie et le vivant être pensé en termes d'autonomie, c'est-à-dire de constance par rapport aux variations de son milieu extérieur.

Le vivant est à lui-même son propre milieu et s'affranchit ainsi en partie du monde extérieur, explique Claude Bernard. Cet affranchissement le rend même capable de remonter la pente naturelle de la dégradation de l'énergie, soulignera plus tard Erwin Schrödinger.

Le vivant est ce qui résiste à la mort, à la déperdition. Son organisation témoigne en premier lieu de cette lutte, concevait-on ainsi, alors que tout un continent demeurait ignoré : l'hérédité, la détermination des formes vivantes. La clé du vivant, quoi qu'il en soit, put être trouvée dans son organisation. Un simple défaut en celle-ci et le vivant dévie. Un monstre est formé.

La considération des monstres nous fera historiquement assister à la lente réduction d'un phénomène, à une conversion du regard – un désenchantement de l'étrange - assez exemplaire dans l'histoire des sciences.

Mais ici, le relativisme qui s'est largement développé de nos jours dans l'histoire des idées est pris à défaut. Ici, nulle "invention" de l'idée de monstre, nulle révolution conceptuelle, nulle apparition d'un paradigme étranger aux visions antérieures mais bien la patiente mise à raison d'une attitude saisissant les monstres comme relevant d'une autre nature - avec toute la charge de culpabilité et d'effroi pouvant être attachée à une telle radicale déviance. Bref, à rebours de nombre de préjugés contemporains, on est ici tellement tentés de parler de progrès continu et cette histoire dédramatise à ce point l'impact des sciences – soulignant plutôt la tolérance suscitée par leurs apports – que cela, paradoxalement, explique sans doute

*pourquoi l'histoire des monstres intéresse de nos jours relativement peu dans son ensemble ! C'est qu'une telle histoire dédramatisée prend à rebrousse-poil un présupposé très répandu selon lequel la rationalité est fondamentalement un instrument de normativité, participant d'un processus d'enfermement et d'oppression. Ainsi, bien que le droit ait plutôt suivi la science pour réintégrer les anormaux dans le droit commun, c'est juridiquement, selon Michel Foucault, que le monstre a été "inventé" et figé dans son irréductible anormalité (*Les anormaux*, posthume 1999*[11]*). A partir du XVII° siècle, l'horreur religieuse qu'inspiraient les monstres cède la place à une curiosité savante pour l'insolite ? Mais ce n'est pas là l'effet d'une certaine ouverture d'esprit, pour Krzysztof Pomian mais d'un "dressage de la curiosité", cet oxymore désignant une canalisation du regard curieux, notamment à travers les classifications, réalisée par un dispositif intellectuel et institutionnel s'étant chargé de contenir et d'orienter cette nouvelle curiosité (*Collectionneurs, amateurs et curieux*, 1987*[12]*).*

Quoi qu'il en soit, la monstruosité n'étant plus référée qu'à un simple accident embryonnaire, elle obligea à considérer que l'organisation vivante est éminemment plastique et pourrait donc éventuellement être ré-ingénierée.

Deux perspectives ne pouvaient manquer dès lors d'être ouvertes :

1) *il doit être possible de refaire les vivants ; de les corriger et de les améliorer ;*
2) *l'organisation, qui peut être fortement dérangée par des perturbations locales, ne repose peut-être que sur un ensemble de mécanismes élémentaires, de régulations, qui furent mises au jour au tournant du XX° siècle.*

Sous ces perspectives, nous examinerons successivement trois thèmes : A) La vie comme résistance ; B) Les monstres & C) Les régulateurs de l'activité vivante, comme les hormones.

[11] Paris, Gallimard/Seuil, 1999.
[12] Paris, Gallimard, 1988.

A) La vie comme résistance.

3. 1. 18.

La vie comme harmonie et autonomie.

C'est comme organisation qu'au XIX° siècle Auguste Comte pouvait définir le vivant (*Cours de philosophie positive*, 1838, III, 40° leçon[13]). L'organisme, écrit-il, est un *consensus* de fonctions. C'est là une notion qu'il empruntait au médecin vitaliste Paul-Joseph Barthez, pour lequel la conservation même du vivant reposait sur les sympathies liant ses différents organes. Barthez parlait également à ce propos de "synergie" (*Nouveaux Eléments de la science de l'homme*, 1778, IX).

Tel est en effet le sens précis que l'idée d'organisation va prendre au XIX° siècle : une harmonie de fonctions réglées, capable d'assurer la survie et le maintient d'un être. Par organisation, il faudra donc entendre cet isolement, cette autonomie sous lesquels la vie sera désormais pensée.

"La vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort", lance ainsi d'emblée Xavier Bichat dans ses *Recherches physiologiques sur la vie et la mort* (1800[14]). La mesure de la vie est la différence qui existe entre la pression des puissances extérieures et l'effort de la résistance intérieure. La vie est donc un principe, réparti dans le corps tout entier, que Bichat caractérise par sa capacité à s'opposer aux forces de mort, c'est-à-dire aux stimuli externes qui agressent l'organisme vivant et aux forces physiques qui le travaillent intérieurement et tendent à le décomposer. Ainsi, est-il de la nature des propriétés vitales de s'épuiser. Le temps les use (*Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*, 1801, I, Considérations générales, p. lvij[15]). Au début du XIX° siècle, en effet, la vie était conçue comme une réalité menacée de toutes parts[16].

Bichat : toujours la même distinction entre la vie (organique) et le vivant (organisé).

Bichat distingue deux sortes de vies : la vie organique "végétative", propre au système nerveux, ainsi qu'aux tissus, doués selon lui d'une force vitale propre et la vie animale consciente car rapportée à un centre organisateur, le cerveau. Il distingue une vie centrée sur elle-même, qui n'a rapport avec ce qui l'environne que pour sa nutrition et une

[13] 6 volumes, Paris, Baillière, 1864.
[14] Paris, Garnier-Flammarion, 1995.
[15] 2 volumes, Paris, G. Steinheil, 1900-1901.
[16] Voir J. Lambert *La signification et les fonctions de la vie à la lumière des traités d'hygiène et des dictionnaires médicaux du début du XIX° siècle* in F. Tinland (dir) *La vie*, Paris, Vrin, 1989.

vie capable de relations[17]. Nous retrouvons ainsi la distinction entre le vivant, comme unité autonome et la vie, simple pulsation animant la matière.

Mais Bichat ne pose entre ces deux formes de vie qu'une différence d'intensité et non de nature. Il estime que la vie organisée est progressivement acquise et ainsi peut-il plaider pour l'avortement d'une mère en danger, puisque le fœtus n'est qu'organiquement vivant.

La vie animale n'est d'abord qu'un simple perfectionnement de la vie organique, admet Auguste Comte. Mais chez les animaux les plus élevés et surtout chez l'homme, cette relation est intervertie. La vie végétative n'est destinée qu'à entretenir la vie animale. Cette inversion, néanmoins, ne concerne pas l'homme lui-même mais l'espèce humaine, que son développement, écrit Comte, tend de plus en plus à transformer en un seul individu immense et éternel, doué d'une action constamment progressive sur la nature extérieure (*Cours*, p. 207).

L'idée que la vie est une organisation singulière, capable de résister aux forces matérielles, aura une importante postérité.

*

Schrödinger. Le vivant caractérisé par le maintien d'un ordre.

En 1944, le physicien Erwin Schrödinger fit paraître un petit livre promis à un grand retentissement : *Qu'est-ce que la vie ?*[18] Pour répondre à cette question, Schrödinger postulait d'emblée l'identité absolue des lois présidant à la mise en forme de la matière ; que celle-ci soit inerte ou vivante. Or, de là, une différence saute immédiatement aux yeux : les effets matériels sont statistiques et ne suivent pas d'autre direction. La vie, elle, doit être *organisée* pour lutter contre le hasard.

Cet ouvrage eut un succès considérable et tourna beaucoup de physiciens vers la biologie. La vision de Schrödinger, quoique devenue très banale pour nous, était fort originale en son temps. C'est lui qui le premier interpréta notamment les processus génétiques en termes de programme et d'information[19].

Prenons un tube empli d'oxygène et plaçons-le dans un champ magnétique, suggère Schrödinger. Les molécules d'oxygène tendent à s'orienter parallèlement à la direction du champ. Mais elles ne le font pas toutes ; si l'on double le champ, la magnétisation double elle-aussi. L'effet correspond donc au comportement *moyen* des molécules. C'est à ce titre,

[17] Voir P. Huneman *Bichat. La vie et la mort*, Paris, PUF, 1998.
[18] trad. fr. Paris, Points Seuil, 1986.
[19] Voir M. Morange *Histoire de la biologie moléculaire*, Paris, La Découverte, 1994, p. 97 et sq.

qu'à l'échelle macroscopique, on peut le prévoir statistiquement. La loi des grands nombres nous indique que, moins le nombre de molécules est élevé, plus leur comportement paraît désordonné. Or un gène ne contient certainement que quelques millions d'atomes, soit un nombre beaucoup trop petit, note Schrödinger, pour engendrer un comportement statistiquement ordonné. Comment, dès lors, expliquer que les gènes se maintiennent identiques, pour la plupart, pendant des siècles ?

Dans les phénomènes physiques, estime Schrödinger, deux lignes de partage se dessinent : ce qui est de l'ordre du cristal, c'est-à-dire du solide et ce qui relève du gazeux, du liquide, soit d'un état amorphe, visqueux. La vie doit être rangée parmi les solides. Néanmoins, la structure d'un cristal est périodique : elle se répète indéfiniment et ne constitue jamais un corps que par accrétion. Le vivant coordonne plutôt des atomes différents, jouant chacun un rôle propre. Un gène ainsi, écrit Schrödinger, est un solide apériodique. La compréhension du vivant impose donc de faire intervenir d'autres lois physiques, même si le vivant n'élude pas celles qui s'appliquent à la matière inerte et même si ces lois ne sont pas d'un autre "ordre" physique. En fait, selon Schrödinger, elles relèvent pleinement de la mécanique quantique.

Schrödinger se réfère aux expériences de Max Delbrück qui, étudiant les mutations induites par une exposition à des rayonnements de différentes énergies, à différentes températures, élabora un modèle quantique des gènes, tenant à affirmer que ceux-ci possèdent plusieurs niveaux stables d'énergie, les mutations représentant un "saut" de l'un à l'autre (1935). Il convient de souligner qu'à l'époque où écrivait Schrödinger, l'idée de gène était encore des plus obscures et sa réalité matérielle très peu cernée.

Le vivant est avant tout caractérisé par le maintient d'un ordre. Une situation qui en physique n'est atteinte qu'au zéro absolu, souligne Schrödinger. *Le propre et l'enjeu du vivant est donc de lutter contre l'entropie* (voir l'Index des notions pour la présentation de ce terme).

La vie, en ce sens, fournit l'ébauche du mouvement mécanique parfait, capable de se remonter lui-même et de compenser ainsi ses déperditions thermiques. Mais de cela, la vie ne fournit que l'ébauche, puisque le vivant meurt. La vie est tout à la fois ce qui prolonge la matière et ce qui la nie. Elle suscite des architectures capables de garder l'information vitale et de capitaliser les avantages compétitifs pour soustraire le vivant à l'entropie. Dès lors, tout le problème est de comprendre comment la matière a pu parvenir à retenir ce qui d'ordinaire disparaît[20].

[20] Voir F. Dagognet *Le vivant*, Paris, Bordas, 1988.

L'idée n'était pas nouvelle. Formulant le Second principe de la thermodynamique, Lord Kelvin avait explicitement exclu les phénomènes vitaux, précisant qu'il prenait pour sa démonstration des matériaux inanimés (*On the Dynamical Theory of Heat*, 1851[21]). Le fonctionnement des organismes vivants paraît s'effectuer à l'encontre du second principe de la thermodynamique, notait dès lors Hermann von Helmholtz en 1882. Car la vie semble capable de transformer, dans des conditions monothermes et donc sans fournir de travail proprement dit, des mouvements moléculaires non coordonnés en mouvements coordonnés. La vie est une source d'énergie orientée vers sa propre conservation, notait encore Jeanne Boyer (*Essai d'une définition de la vie*, 1939[22]).

Un organisme vivant est un système chimique en équilibre instable maintenu par une étrange force de vie qui se manifeste comme une sorte de "catalyse négative", capable (alors que l'action d'un catalyseur est avant tout d'augmenter la vitesse d'une réaction chimique) de ralentir certaines réactions, comme l'oxydation, et ainsi de retarder le processus normal de décomposition, écrit un auteur[23]. La vie est une lutte contre l'accroissement inéluctable d'entropie. On parlera d'entropie négative.

En fait, il est douteux que les processus vitaux aillent à l'encontre du second principe. Les vivants ne se maintiennent qu'en échangeant matière et énergie avec leur environnement et c'est cet ensemble qui tend à l'entropie.

Le vivant obéit donc à des lois spécifiques. C'est là l'affirmation d'un vitalisme qui marquait déjà profondément, nous l'avons vu, la physiologie du XIX° siècle. Chez Bichat, notamment, les propriétés vitales n'avaient guère que le statut "d'inconnues explicatives auxquelles raccorder des enchaînements irréductibles de phénomènes"[24].

Cependant, une telle approche confond deux choses : le plan d'organisation du vivant, son patron, et le fonctionnement effectif de l'organisme, son métabolisme. Deux choses qu'avec Claude Bernard, la biologie devait pourtant séparer pour les conquérir l'une après l'autre. La première révolution, ainsi, celle que promut Claude Bernard, consista à supprimer la "vie" de la physiologie[25].

*

[21] Cité in E. F. Keller *Le rôle des métaphores dans les progrès de la biologie*, 1995, trad. fr. Le Plessis-Robinson, Les empêcheurs de penser en rond, 1999, p. 73 et sq.
[22] Paris, Alcan, 1939.
[23] Voir L. Brillouin *Vie, matière et observation*, Paris, A. Michel, 1959, p. 44 et sq.
[24] Voir F. Duchesneau *La physiologie des Lumières*, 1982, p. 475.
[25] Voir A. Prochiantz *Claude Bernard. La révolution physiologique*, Paris, PUF, 1990.

Claude Bernard. La vie est la mort.

Deux ordres distincts de phénomènes traversent l'être vivant, note Claude Bernard (*Leçons sur les phénomènes de la vie, communs aux animaux et aux végétaux*, 1878[26]).

La vie, c'est d'abord la *création*. Une synthèse organisatrice donnant naissance à des formes vivantes particulières selon un plan dont nous ne pénétrons pas les mystères mais dont nous percevons les effets dans la constance morphologique de vivant à vivant. La vie, indéniablement, c'est le passé. C'est un souvenir, écrit Bernard. Pour autant, nous ne voyons aucune force particulière oeuvrant dans la machine vivante pour conditionner un tel effet – que nous rapportons aujourd'hui au code génétique.

La vie, c'est aussi la mort ; *comme si vie et mort n'étaient que les deux faces d'un même phénomène*. Ce que crée la vie, en effet, se détruit aussi bien. Le vivant consomme et s'use. Il détruit et se détruit. Ce que Bernard est tenté de ramener à de simples processus de fermentation, à une activité enzymatique dirions-nous aujourd'hui, pour souligner, selon le paradigme de la biochimie naissante que tous ces phénomènes sont d'ordre purement physico-chimique.

Entre création et destruction, la vie est un conflit que le vivant résout par son adaptation aux conditions extérieures, c'est-à-dire essentiellement par la constance de son métabolisme. L'autonomie du vivant est acquise à partir du milieu extérieur. Elle signifie que, se détachant de l'influence immédiate des conditions de ce milieu, le vivant acquiert la possibilité d'entrer avec lui en des relations aléatoires[27].

Plus précisément, Bernard réserve cette forme de vie à une catégorie particulière de vivants. Car deux autres formes de vie existent également selon lui, en plus de la vie *constante*, qui sont la vie *latente*, caractéristique des êtres vivants les moins organisés, les bactéries et la vie *oscillante* des plantes, toujours soumise aux aléas extérieurs.

En somme, Bernard respecte la distinction traditionnelle entre le vivant (la forme) et la vie (la vitalité). Mais il y ajoute un troisième terme, indispensable selon lui pour rendre compte de tout phénomène vital : la constance, qu'il nomme milieu intérieur.

Le milieu intérieur, condition de l'autonomie des vivants.

La condition d'une vie libre, c'est-à-dire indépendante du milieu, c'est la fixité de ce que Bernard nomme le "milieu intérieur" du vivant. Son organisation reposant, à travers ce

[26] Paris, Baillière, 1878.
[27] Voir P. Vendryès *L'autonomie du vivant*, Paris, Maloine, 1981.

milieu intérieur, sur des processus de régulation. Le concept de "milieu intérieur" désigne l'ajustement par lequel l'organisme résiste aux variations de son milieu extérieur en maintenant égales ses principales fonctions physiologiques. C'est le milieu des organes, soit le compartiment liquidien extra-tissulaire, dont le sang en tout premier lieu. Son organisation même est ainsi seule garante de la survie et de l'unité du vivant.

La vie est donc bien, comme le voulait Bichat, l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort et il est vrai, reconnaît Claude Bernard, que nous ne distinguons la vie qu'en regard de la mort - "c'est elle qui nous manque quand nous examinons un cadavre", écrit-il.

Toutefois, ramener cette vie à un principe vital, comme le fait Bichat, c'est définir la vie par la vie. De plus, il est faux, souligne Bernard, qu'il y ait deux espèces de propriétés dans les corps vivants : des propriétés physiques et des propriétés vitales. Tout se laisse réduire à un déterminisme physico-chimique, sauf la création du vivant elle-même, ainsi qu'une finalité morphologique qu'on peut exclure de la physiologie car on ne la voit nullement intervenir en tant que telle dans le monde physique. C'est là une force vitale peut-être mais qui dirige des phénomènes purement physiques qu'elle ne produit pas directement. Si, à l'inverse, des agents physiques, comme les enzymes, produisent à l'intérieur du vivant des phénomènes qu'ils ne dirigent pas.

Le vitalisme, en tous cas, ne doit plus infecter la physiologie, proclame Bernard, laquelle dans ses expériences ne rencontre rien de "vital". Rien qui ne ressortisse de purs phénomènes physico-chimiques.

Bernard parle pourtant en certains endroits d'un "vitalisme physico-chimique". Mais il entend seulement désigner ainsi la spécificité des agents physico-chimiques de l'organisme, tels que les nerfs, dont l'action n'avait pu encore être ramenée à l'époque à celle des irritants physiques connus. Il s'agit là, pour Bernard, de phénomènes dont la nature est assurément matérielle mais que l'on ne rencontre pas dans les corps bruts[28].

Le métabolisme ne suppose aucune force vitale. Mais le principe de l'organisation vivante demeure pour Bernard mystérieux.

On s'est beaucoup demandé si Claude Bernard était matérialiste ou vitaliste, ce qui est très étonnant dans la mesure où celui-ci ne cesse de préciser sa position sur ce point dans ses *Leçons* (voir également *Définition de la vie*, un article de 1875[29]). Il est matérialiste en physiologie mais se réserve le droit d'invoquer quelque principe vital,

[28] Voir J. Schiller *op. cit.*, pp. 117-118.

c'est-à-dire quelque principe mystérieux ne relevant pas pleinement du déterminisme physique, concernant la définition même des formes vivantes et leur organisation. Un domaine qui, avant la génétique, demeurait largement inaccessible en effet.

Le jugement d'A. Pichot (*op. cit*., chap. VIII) est donc sévère qui voit en Claude Bernard "le grand indécis de la biologie de son temps". Il est vrai néanmoins que les positions de Bernard l'éloignent quelque peu de l'image de savant positiviste et matérialiste dont l'école de la III° République fit l'un de ses héros - avec Pasteur, d'ailleurs, pourtant fervent catholique traditionaliste.

L'apport de Claude Bernard à la science du vivant est considérable et peut être comparé à celui de Lavoisier. Lequel fut d'ailleurs le premier à parler de "régulateur", nous l'avons vu, pour caractériser une fonction physiologique comme la respiration (voir la section précédente). Avec Bernard, pour la première fois, un attribut essentiel, immédiat et vague du vivant, sa persévérance dans son être - à propos de laquelle on invoquait volontiers auparavant la *vis medicatrix naturae* d'Hippocrate (voir 3. 3. 32.) - pouvait être traduit en une fonction mesurable et expérimentable, puisque fondée sur tout un ensemble de mécanismes précis d'équilibrage, de compensation, de protection, etc. Des mécanismes réglant température, concentration en eau, teneur en oxygène, etc., dont le but est de maintenir l'unité des fonctions métaboliques dans le milieu intérieur. Comme la dose de glucose dans le sang, dont le déséquilibre provoque le diabète. Un ensemble de mécanismes que Bernard comparait volontiers à une usine.

La notion de régulation.

Pour Claude Bernard, l'unité du vivant est celle de son fonctionnement physiologique, qui relève d'un déterminisme physico-chimique essentiellement appuyé sur des réactions catalytiques susceptibles d'abaisser le niveau d'énergie requis pour produire certaines réactions chimiques.

Lavoisier avait démontré que la chaleur animale était due à une combustion lente des substances alimentaires. Dès lors, on se demandait comment il pouvait se faire que des substances telles que les hydrates de carbone, que l'on ne parvenait à oxyder qu'à des températures élevées en laboratoire, puissent l'être dans notre corps rapidement et à des températures relativement basses. On découvrit bientôt dans les organismes vivants des catalyseurs, baptisés "oxydases" ou "ferments oxydants", capables d'accélérer l'oxydation à la température du corps[30]. A partir de là, la biochimie allait investiguer de manière privilégiée ces catalyseurs propres aux vivants : les enzymes.

---

[29] Paris, VillaRrose, 2016. Avec une postface d'A. Prochiantz.

La régulation qu'assure le milieu intérieur tient surtout au fait que celui-ci constitue une réserve d'énergie pour les cellules. Pour Bernard, chaque fonction physiologique doit dès lors être appréhendée sous cet aspect. La nutrition ainsi ne se réduit pas à un acte de digestion et d'assimilation. Elle synthétise les sucres en graisses, constituant des réserves que l'organisme pourra brûler au besoin. Claude Bernard ne développe cependant pas explicitement cette notion de régulation pourtant partout présente dans son oeuvre. D'autres s'en chargeront après lui, par exemple Léon Frédéricq (*Eléments de physiologie humaine*, 1888[31]).

Selon sa première définition, la régulation est ce qui autorise l'organisme à se comporter comme un tout, en maintenant ses constantes physiologiques initiales ; favorisant ainsi également - mais ce sens ne se dégagera qu'un peu plus tard - son adaptation aux changements affectant son milieu extérieur[32].

Le premier modèle explicite et tout statique de la régulation fut le spiral réglant, mis au point par Huygens en 1675, qui avait permis de rendre les montres exactes (voir 2. 2. 15.).

Ainsi, l'organisme n'était plus défini par sa nature ou sa forme mais par son organisation, laquelle, assise sur la régulation de différents équilibres, se révèle tout à la fois *plastique* et *fragile*. Dès lors, tout était près pour que les progrès de l'embryologie - usant d'ailleurs mais en un autre sens, du même terme de "régulation" - transforment totalement la vision des figures vivantes jusque là les plus mystérieuses : les monstres.

* *

B) Les monstres.

3. 1. 19.

Un statut de prodige, de merveille.

Phénomènes exceptionnels, d'apparence irrégulière, les monstres étaient traditionnellement assimilés à des prodiges. Pour un âge pré-scientifique, pour un mode de pensée "microcosmique" particulièrement attentif aux symboles, signes et correspondances de toutes sortes, les monstres, définis par leurs ressemblances multiples à

---

[30] Voir J. Loeb *La dynamique des phénomènes de la vie*, trad. fr. Paris, Alcan, 1908, pp. 34-35.
[31] Gand, Hoste, 1888.
[32] Voir G. Canguilhem *La formation du concept de régulation biologique aux XVIII° et XIX° siècles* in *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie* (1977, Paris, Vrin, 1988). Voir L. Bounoure *Déterminisme et finalité*, Paris, Flammarion, 1957, chap. III.

diverses formes vivantes, étaient autant de présages, de prodiges et de ferments d'inquiétude[33]. Les Médicis ou Philippe II d'Espagne ont collectionné les nains, les difformes.

Chez les Grecs, le même mot *teras* désignait à la fois un monstre et un signe pour la divination. Il en allait de même pour le latin *monstrum*. Les monstres ressortissaient de l'insolite. Comme tout ce qui ne respectait pas le cours normal des choses, ils ne pouvaient qu'être significatifs. Ils annonçaient des calamités, témoignaient de la colère de Dieu ou portaient au moins la trace d'un acte ou d'une pensée coupable de la part de leurs géniteurs. En même temps, les monstres étaient autant de "merveilles". A Rome, existait un marché des monstres ou les plus beaux spécimens pouvaient atteindre des sommes astronomiques[34]. Le Moyen Age les rangea parmi ses *miracula* et ses *mirabilia*[35]. Les monstres témoignaient de la gloire du créateur. Telle avait été en effet la vision développée par saint Augustin : la beauté du monde résultant de l'agencement de toutes ses parties, les monstres y ont leur place, tels que Dieu les a voulus et les a créés.

Les monstres, cependant, étaient réputés ne pouvoir engendrer. Certains rangeaient ainsi le mulet parmi eux.

Le célèbre chirurgien Ambroise Paré pourra encore voir comme "monstre" chacune des merveilles de l'univers (*Des monstres tant terrestres que marins*, 1573[36]). Ne craignant pas de compter parmi eux tout ce qui est peu commun : les crocodiles et les phoques, ainsi, la baleine (Livre XXV, chap. 34). Ce que nous appelons monstres ne le sont pas à Dieu, écrit Montaigne. Dieu, en effet, voit en l'immensité de son ouvrage l'infinité des formes qu'il y a comprises, tandis que nous confondons nature et coutume. Ainsi, cette figure monstrueuse qui nous étonne se rapporte sans doute à quelque autre du même genre que nous ignorons (*Essais*, 1580-1588, II, chap. XXXI[37]).

La question du baptême des monstres.

---

[33] Voir E. Martin *Histoire des monstres*, 1880, Grenoble, J. Millon, 2002 & P. Charlier *Les monstres humains dans l'Antiquité*, Paris, Fayard, 2008.
[34] Voir B. Cuny-Le Callet *Rome et ses monstres*, Grenoble, J. Millon, 2005.
[35] *Miracula* : récits, le plus souvent anonymes, réunis dans les collections monastiques, d'événements miraculeux généralement liés à un saint local. *Mirabilia* : compilations de prodiges et curiosités. Les deux fleurirent aux XII° et XIII° siècles.
[36] *Animaux, monstres et prodiges*, Paris, Le Club français du livre, 1954.
[37] 3 volumes, Paris, Garnier, 1948.

Mais, comme prodiges, les monstres n'étaient que ce qu'ils signifiaient ou annonçaient. Ils étaient des signes. En eux-mêmes, ils n'étaient rien. Fallait-il seulement les baptiser ? C'est là une question qui préoccupa longtemps les esprits.

A ce que nous rapporte Jean Pontas dans son *Dictionnaire de cas de conscience* (1715, art. "Batème", cas XX[38]), on ne devrait pas baptiser un monstre n'ayant pas forme humaine. Mais comment faire si le monstre a deux têtes, l'une bien formée et l'autre non ? Faut-il baptiser les deux ensemble ou séparément ? Ou bien l'une d'elles seulement ? Toute une casuistique se développa ainsi, selon que le monstre paraît plus ou moins proche de l'humain, concernant la question de son baptême et de sa capacité à hériter.

Sur le baptême, on cite particulièrement l'*Embryologie sacrée* (1745[39]) d'Emmanuel Cangiamila, qui précise que son propos ne concerne pas les hommes marins, tritons et sirènes, qui ne sont pas fils d'Adam.

En un âge pré-démocratique où le statut civil de chacun était défini par ses capacités et sa condition, leur difformité condamnait les monstres à ne pas être considérés comme des sujets de droit. Leur figure paraissait annoncer ou figurer bien des choses. Mais en eux-mêmes les monstres n'étaient rien. Ils n'étaient pas pleinement humains. En de nombreux pays on pouvait sans crime leur ôter la vie. Ils étaient souvent réduits à de purs phénomènes de foire. Le film de David Lynch *Elephant Man* (1980), inspiré de faits authentiques, retrace ainsi le combat d'un médecin éclairé pour la dignité des monstres dans l'Angleterre de la fin du XIX° siècle. C'est en effet à cette époque que les progrès de l'embryologie ont permis d'expliquer les monstruosités, c'est-à-dire de les référer à un dysfonctionnement de l'embryogenèse, comme nous le verrons, et non à une nature particulière. *La monstruosité, depuis, est devenue un accident et non plus une essence*. C'est une faille de l'organisation vivante et non une organisation particulière. Le monstre est victime de sa propre complexion.

La monstruosité référée à l'accident.

Cette tardive prise de conscience est finalement assez étonnante car très tôt des explications "mécanistes" des monstruosités sont apparues. Avec Démocrite et Hippocrate notamment, qui les référaient à une insuffisance ou à un excès des semences mâle ou femelle dans le processus de la génération.

---

[38] 2 volumes, Paris, 1715.
[39] traduite en abrégée, Paris, 1762. Voir E. Martin *op. cit.*, p. 177 et sq.

Le monstre relève également pour Aristote d'une pure nécessité physique (*De la génération des animaux*, 330-322 av. JC, II, 767a et sq.[40]), tenant à des accidents dans le mélange des semences ainsi qu'à la confusion des embryons, surtout lorsque ceux-ci sont nombreux par portée, de sorte que des monstres apparaissent de manière privilégiée chez les espèces multipares - comme les femmes d'Egypte, affirme-t-il ! (770a).

Une monstruosité témoigne toujours du fait que le processus de génération a échoué peu ou prou. De sorte que, pour Aristote, est déjà un monstre celui qui ne ressemble pas à ses parents et surtout à son père. Car en lui, la nature s'est écartée du type générique individuel qu'apporte seule la semence masculine (voir 3. 1. II.)[41]. Dans la même mesure, la naissance d'une femme est également une monstruosité. Bien que cela soit exigé par la nature.

La femme est un monstre.

Dans le cas de la femelle, on peut parler de monstruosité parce que, selon les principes aristotéliciens, la matière, qu'apporte la mère dans la conception, a pris le dessus sur la forme fournie par le père. En somme, plus la matière l'emporte sur la forme et plus sont effacés, dans l'ordre, le caractère individuel du géniteur, la forme masculine, la forme humaine et l'on se retrouve finalement avec un être pourvu d'attributs animaux. Plus la matière domine et plus l'être est condamné à ne plus recevoir que des caractères généraux. Le monstre en ceci n'est pas contre-nature pour Aristote. Il est contingent. Sa forme relève du hasard car sa causalité est matérielle.

La lente dissipation de l'épouvante.

Mais si c'est une chose que de se convaincre du caractère accidentel d'une anomalie, c'en est une tout autre de dissiper l'épouvante que les monstres peuvent susciter. Ce fut là le travail de longs siècles. Au milieu du XX° siècle, encore, le film de Tod Browning *La monstrueuse parade* (*Freaks*, 1932) fut longtemps censuré et interdit. Il compromit même un temps la carrière du cinéaste. On y pénétrait dans la vie et l'intimité de vrais monstres… C'est que les monstres et même les infirmes n'avaient pas de voix –

[40] trad. fr. Paris, Les Belles Lettres, 1961.
[41] Voir G. Pouchet *La biologie aristotélique*, Paris, Alcan, 1885, chap. X & XI. Pour cet auteur, cette théorie de la ressemblance aux parents n'est sans doute pas d'Aristote lui-même.

pour l'âge classique, ainsi, on ne peut guère citer que le témoignage de William Hay *Deformity. An Essay* (1754[42]).

Il fallut longtemps pour se débarrasser de l'idée que le monstre est contre-nature. Qu'il est d'une autre nature, comme une création absolument libre et particulière de Dieu. Il aura fallu des siècles, en d'autres termes, pour se débarrasser de l'idée que chaque monstruosité représente une nature particulière, c'est-à-dire que les monstres sont tels qu'ils devaient être de toute éternité ; qu'ils représentent un écart défini et voulu à la nature.

Nous-mêmes d'ailleurs n'avons nullement rompu avec l'idée que la forme résume la personne et les caractères extérieurs la nature d'un individu (voir 4. 3. I.).

Pour l'historien Jean Céard, la vision du monstre comme un prodige ne commença à s'effacer que lentement à la fin du XVI° siècle (*La nature et les prodiges. L'insolite au XVI° siècle*, 1977[43]). Avec des auteurs comme Martin Weinrich (*De Ortu monstrorum commentarius*, 1595[44]), Jean Riolan (*De Monstro nato Lutetiae*, 1605[45]) et Fortunio Liceti (*Traité des monstres*, 1616[46]), les monstres relevèrent de plus en plus de la seule science médicale. Ils firent l'objet de collections raisonnées, comme celle du Muséum de Paris ou comme la collection Vrolik à Amsterdam[47]. On se prit alors à rejeter tant la tératomancie que l'idée augustinienne selon laquelle les monstres sont des ornements de la Création, pour réserver le qualificatif de "monstres" aux seuls êtres qui, en naissant, sont d'une espèce différente de celle de leurs parents (?) ou présentent une difformité notable. Mais ce retour aux idées d'Aristote n'ira pas sans mal. Dans son *Monstrorum Historia* (posthume 1642[48]), Ulisse Aldrovandi reprend toutes ces idées mais il a bien du mal, note J. Céard, à ne pas croire que les monstres ne sont pas des présages.

Les chroniques médicales des XVII° et XVIII° siècles seront encore pleines de descriptions de prodiges : une fille à tête de moule, un enfant à tête de grenouille, etc.[49]. Et l'on admettait toujours que, tout naturellement, l'imagination maternelle peut provoquer des anomalies dans la conformation du fœtus. "Nous voyons par expérience que les

---

[42] London, R. & J. Dodsley, 1754.
[43] Genève, Droz, 1977.
[44] Sl, sumptibus H. Osthusii, 1595.
[45] Parisiis, O . Varennaeus, 1605.
[46] trad. fr. in J. Palfijn *Description anatomique des parties de la femme qui servent à la génération*, Leide, Vve Schouten, 1708.
[47] Voir A. M. Leroi *Mutants. On the form, varieties and errors of the human body*, London, Harper Collins, 2003.
[48] Bononiae, N. Tebaldini, 1642.
[49] Voir P. Darmon *Le mythe de la procréation à l'âge baroque*, 1977, p. 100 et sq. ; p. 162 et sq.

femmes envoient aux corps des enfants qu'elles portent des marques de leur fantaisie", écrit Montaigne (*Essais*, I, chap. XX). Hippocrate, dont la faveur fut grande au XVIII° siècle n'avait-il pas traité de cette "théorie des envies" dans un ouvrage (*De la superfétation*[50]) ?

A partir de 1670, cependant, les progrès de l'esprit critique, a-t-on pu noter, permirent de moins en moins de disserter sur un phénomène que l'on n'avait pas vu. L'Académie des sciences, dès lors, ne cessa d'examiner directement toutes sortes de monstres[51].

*

La querelle Lémery/Winslow.

A l'âge classique, les monstruosités ne pouvaient qu'être différemment reçues par les théories de la génération (voir 3. I. 2.). La contingence morphologique dont elles semblaient témoigner n'avait ainsi rien pour inquiéter l'épigénétisme. On concevait facilement, en effet, que quelque erreur puisse intervenir dans l'assemblage des molécules organiques. Pour les théories préformationistes oviste et animalculiste, en revanche, un problème évident se posait. La monstruosité affectait-elle les germes eux-mêmes ou n'intervenait-elle qu'à l'occasion de leur développement ? Cela fit l'objet d'une querelle de quinze années (1725-1740) entre deux anatomistes ovistes : Louis Lémery (1677-1743) et Jacques Winslow (1669-1760), qui publiaient tous deux dans les *Mémoires de l'Académie royale des sciences*[52].

Pour Lémery, les monstruosités tenaient à quelque accident de mouvement, de mélange ou de contraction survenu aux oeufs dans la matrice. Depuis l'Antiquité, on distinguait ainsi trois grands types de monstres : par excès (parties surnuméraires), par défaut (privation d'un ou plusieurs membres, nanisme), par renversement ou fausse position d'organes.

Pour Winslow, au contraire, il existait des oeufs créés par Dieu comme monstrueux (théorie dite "des extraordinaires originels"). Leurs anomalies, ainsi, étaient bien de nature. Elles suivaient un "plan de vie" radicalement différent de la normale. A quoi Lémery

---

[50] *Œuvres complètes*, trad. fr. en 10 volumes, Paris, Baillière, 1839-1861.
[51] Voir J. Roger *Les sciences de la vie dans la pensée française du XVIII° siècle*, 1963, p. 317 et sq.
[52] On trouvera une présentation très documentée de cette querelle in P. Tort *L'ordre et les monstres (le débat sur l'origine des déviations anatomiques au XVIII° siècle*), Paris, Le Sycomore, 1980.

répondait que c'était faire du Créateur un bien piètre artisan, puisque la plupart des monstres ne sont pas viables.

En 1688, cependant, on avait ouvert aux Invalides le cadavre d'un soldat de 72 ans qui avait toutes les parties internes de la poitrine et du bas-ventre situées à contre-sens, comme si on l'avait regardé dans un miroir. Comment un tel prodige aurait-il pu avoir lieu par accident ? Contrarié, Lémery fut obligé de nier qu'il s'agissait bien là d'une monstruosité - l'inversion n'avait entraîné ni gène fonctionnelle ni abaissement de la viabilité - et soutint que le cas était loin d'être rare. Une expérience venait ainsi de sauver une idée fausse !

La tératologie d'Etienne Geoffroy Saint-Hilaire.

Le débat ne fut véritablement tranché qu'au siècle suivant par les expériences de tératogenèse initiées par Etienne Geoffroy Saint-Hilaire. Celui-ci parvint en effet à reproduire diverses monstruosités en provoquant des lésions de l'embryon au cours de son développement. Il compléta en ce sens la classification de Lémery, répartissant les monstruosités en classes naturelles d'anomalies de l'organisation vitale[53].

Geoffroy Saint-Hilaire montrait que tout n'est pas possible en fait de monstrueux. Les difformités se conforment à certains types et obéissent à certaines règles d'organisation, de corrélation. Tous les cyclopes, ainsi, quelle que soit leur espèce, sont organisés de manière similaire. Certaines anomalies se transmettent héréditairement mais la plupart, montrait Geoffroy Saint-Hilaire, tiennent à quelque traumatisme subi par l'embryon. Les monstres représentent ainsi autant d'accidents de la vitalité.

Car jusqu'à la fin du XIX° siècle, on conçut qu'un principe vital particulier gouvernait la formation de l'embryon[54]. Le naturaliste Hans Driesch parlait ainsi d'une "entéléchie" déterminant les vivants à être ce qu'ils sont (*La philosophie de l'organisme*, 1909[55]). C'est que Driesch avait mis au jour le phénomène de régulation embryonnaire (1891).

*

3. 1. 20.

La régulation embryonnaire.

---

[53] Ses travaux furent publiés et repris par son fils Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (*Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation*, 2 volumes, Paris, Baillière, 1832-1936).
[54] Voir J. Needham *A History of Embryology*, Cambridge University Press, 1959.
[55] trad. fr. Paris, M. Rivière, 1921. Dans la préface, J. Maritain affirme que Driesch a effectué un retour complet à Aristote.

Après la fécondation, l'œuf se duplique en plusieurs cellules, les blastomères. Or, si l'on sépare l'un de l'autre les deux premiers blastomères d'un oeuf d'oursin, découvrit Driesch, chacun d'eux donne naissance à un plutéus deux fois plus petit que la normale mais parfaitement constitué. Et Driesch de tenter l'expérience contraire : fusionnant deux oeufs d'oursin en un seul, il obtint un seul plutéus géant.

Driesch prolongeait (et contredisait) les premières expériences d'embryologie expérimentale de Laurent-Marie Chabry sur le développement de l'ascidie (un minuscule animal marin).

La régulation intervient ainsi en différents sens : un blastomère isolé reforme un système complet identique au système dont il provient (jumeaux vrais[56]) et, réciproquement, l'embryon primitif est capable de remplacer l'une de ses parties manquantes. La régulation permet également la fusion de deux blastomères en un seul individu. Elle est responsable de nombreuses monstruosités.

Au stade de la gastrulation, alors que les cellules se mettent en place de manière coordonnée, dessinant l'ébauche des premiers organes de l'embryon, la régulation fond ainsi deux ébauches mal distinguées en un organe unique (cyclopes par exemple). Dans le cas de la séparation incomplète de deux blastomères, elle autorise les deux individualités à évoluer en une forme unique viable (les monstres doubles) et si la séparation est complète, elle donne naissance à des jumeaux vrais. Ce que certains considèrent donc comme le cas extrême et le plus accentué de la monstruosité double[57].

Pour la pensée commune, les vrais jumeaux ne sont pas des monstres, puisqu'ils ne présentent pas d'anomalies physiques. Mais leur est associée quelque chose de l'épouvante que suscitent les monstres et sur laquelle le cinéma fantastique, d'ailleurs, a souvent joué. Dans *Le village des damnés* (1960), par exemple, la seule gémellité de plusieurs enfants blonds suffit à faire naître l'effroi. L'identité d'êtres distincts est volontiers ressentie comme anormale et hostile et invite à imaginer toutes sortes de sortilèges entre eux (télépathie, etc.). Dans certaines sociétés traditionnelles, il était courant de mettre à mort l'un des deux jumeaux ou les deux. De nos jours, bien des choses se racontent encore dans les maternités à leur propos… Comme les monstres, note un auteur, les jumeaux remplissent cette fonction d'incarner notre désir ambivalent de mystérieux, de faire refluer sur nous le sentiment du mystère[58].

---

[56] Rappel : les jumeaux vrais sont issus d'un même oeuf fécondé. Ce sont des individus génétiquement identiques. Les faux jumeaux, eux, se développent ensemble mais sont issus de la fécondation de deux oeufs différents. Ils sont donc aussi différents génétiquement (ou à peu de choses près) que deux enfants nés séparément des mêmes parents.

[57] Voir E. Wolff *Les chemins de la vie*, Paris, Hermann, 1963.

[58] Voir L. Vax *La séduction de l'étrange*, 1965, Paris, Quadrige PUF, 1987, p. 218.

On explique encore assez mal ces phénomènes de régulation, qui présentent, par ailleurs, d'importantes variations. Ainsi, prendre l'un des quatre premiers blastomères d'une souris ne permet plus de produire son jumeau. Mais cela demeure possible avec l'un des huit ou même des seize premiers blastomères de la brebis. Chez les oiseaux, la régulation intervient à un stade encore plus avancé. On sait qu'elle se poursuit à l'état adulte chez certaines espèces, où elle est susceptible de refaire une partie de l'animal (le lézard qui refait sa queue, etc.). On nomme "morphallaxie" cette possibilité que des cellules dites « souches », appartenant à un tissu différencié, connaissent une involution régressive vers un état quasi embryonnaire, totipotent.

Les chimères.

La notion de régulation embryonnaire a radicalement changé la vision que la science pouvait se faire des monstres. D'abord, elle rend compte d'un grand nombre d'anomalies et permet tout aussi bien de susciter l'apparition d'être singuliers, tels que les chimères, qui associent en un seul organisme deux cellules fécondées, parfois de deux espèces différentes (comme le triton crêté et le triton vulgaire) et qui sont parfaitement fertiles. Ont été ainsi créées des souris ayant quatre parents ; des souris hermaphrodites ou au pelage zébré[59].

En janvier 1998, la presse rapportait le cas d'une chimère humaine créée malencontreusement en Ecosse selon la technique courante de fécondation *in vitro* : stimulation hormonale de la femme permettant de recueillir des ovocytes, de les féconder *in vitro* par les spermatozoïdes d'un donneur, puis de réimplanter quelques-uns des embryons dans l'utérus. Un enfant est ainsi né qui présentait d'importantes malformations génitales : il est en fait issu de la fusion de deux embryons mâle et femelle.

Mais, plus encore, liée à la régulation, la monstruosité témoigne de la vitalité même du vivant ; tout à l'opposé d'une contre-nature. L'ampleur des régulations, en effet, diminue au fur et à mesure que les localisations territoriales de l'embryon se précisent sans disparaître complètement. *Les monstres marquent ainsi le conflit entre l'individualité vivante et la plasticité vitale*. Car, dépassant le corps sur lequel il exerce son action, est un champ morphogénétique qui préexiste à l'individu[60].

---

[59] Voir A. McLaren *Mammalian Chimaeras*, Cambridge University Press, 1976.
[60] Voir A. Prochiantz *Les stratégies de l'embryon*, Paris, PUF, 1988, pp. 30-31. Voir quelles critiques appelle cette notion de champ morphogénétique in E. Wolff « Monstruosité et finalité » *Les études philosophiques* n° 3, juillet 1960, p. 328.

Ce champ morphologique de l'embryon ne possède d'abord pas de limites rigoureuses. Il évolue progressivement. Jusqu'au stade blastula, le type de différenciation des cellules n'est pas limité à celui qu'elles réalisent habituellement. C'est cette potentialité cellulaire qui autorise les phénomènes de régulation.

Des mutants que l'évolution favorisera.

Dès lors, les monstres peuvent prétendre être particulièrement représentatifs du vivant et la tératogenèse pourra devenir, pour certains, l'étude des variations qui font l'évolution. L'un de ses principaux promoteurs, Camille Dareste, qui s'efforçait de reproduire sur de embryons de poulet toutes les monstruosités définies comme simples par Geoffroy Saint-Hilaire, voulait ainsi élucider l'origine des espèces (*Recherches sur la production artificielle des monstruosités*, 1877[61]). L'idée était que chaque anomalie peut se perpétuer et être l'origine d'une lignée nouvelle si la sélection naturelle la favorise. Les monstruosités ne sont donc pas de simples anomalies que l'on peut ranger dans des classes de possibles. Les événements anormaux ne représentent pas de simples altérations des processus normaux mais bien des variations qualitatives, soutient un auteur[62].

*

Des monstres à volonté.

Les malformations embryonnaires sont relativement fréquentes. Elles concernent de 1% à 3% des naissances. Beaucoup d'entre elles cependant sont minimes, pauci-symptomatiques[63]. On les réfère aujourd'hui à une aberration chromosomique survenue soit lors de la méiose chez l'un des parents, soit lors des mitoses embryonnaires. Elles correspondent à des lésions, à la non-conjonction d'une paire de chromosomes homologues, provoquant une monosomie (un chromosome en moins) ou une trisomie (un en plus), comme dans la trisomie du chromosome 21 (mongolisme). De très rares fois, on assiste au triplement ou même au quadruplement du nombre haploïde normal de chromosomes (23). Les facteurs pathogènes tiennent à l'état de la mère, à des agressions médicamenteuses, chimiques ou virales, à des radiations ionisantes.

---

[61] Nous n'avons pu consulter cette référence.
[62] Voir E. Rabaud *La tératogenèse*, Paris, Doin, 1914.
[63] Voir J. Poirier, I. Poirier & J. Baudet *Embryologie humaine*, Paris, Maloine, 1993. Les "malformations" correspondent à des troubles de l'embryogenèse (voir leur classification p. 123). Les "déformations", elles, surviennent plus tard dans la vie fœtale et sont souvent liées à une position défectueuse du fœtus dans la

Les monstres, ainsi, ont perdu leurs mystères. Les aberrations les plus diverses peuvent être reproduites à volonté ; sous réserve de ne pas contrevenir au développement cohérent de l'ensemble. On créera un monstre double, par exemple, en transplantant l'organisateur de Spemann d'un embryon dans la partie ventrale d'un autre. La régulation jouera ensuite son rôle : l'implantat organisateur soumettra à sa loi les territoires qui l'accueillent pour constituer un système viable[64].

L'organisateur de Spemann est le mésoderme de la lèvre blastoporale qui apparaît chez l'embryon au bout de quatorze jours environ et qui représente l'ébauche du système nerveux. Il commande l'organogenèse[65].

Tous monstres demain ?

A l'âge de l'ingénierie du vivant, des monstres seront sans doute produits à l'échelle industrielle. Déjà, dans les élevages, l'hormone de croissance est largement utilisée pour accroître les rendements laitiers ou, chez les porcs, pour favoriser la musculature et diminuer la graisse.

Pour augmenter la quantité de viande, on injecte aux veaux fréquemment aux USA ou au Canada des hormones favorisant la croissance de la masse musculaire. Ce traitement a été interdit en Europe en 1984, sans qu'on sache bien s'il s'agissait là d'une mesure d'intérêt sanitaire (l'impact sur la santé n'a pas été démontré) ou de simple protectionnisme.

Et nos sportifs ? La part qui revient aux anabolisants dans leur musculature est un sujet quelque peu tabou. Leurs exploits, en tous cas, ont de moins en moins à voir avec ceux qu'on pourrait attendre d'humains "normaux". On dit même que leurs morphologies sont devenues si spécialisées par discipline qu'elles permettent de facilement reconnaitre le sport qu'ils pratiquent. Et demain, dès lors qu'on interviendra sur le génome lui-même ?

En jouant sur l'absence d'une protéine (*Lim-1*), on parvient à produire une souris sans tête. De même, en injectant dans la partie ventrale d'un embryon de crapaud l'ARN messager codant la protéine inductrice *Cerberus*, secrétée par l'organisateur de Spemann et provoquant une différenciation cellulaire conduisant à la mise en place de certains organes, on a su y provoquer l'apparition d'une tête, d'un cœur et d'un foie supplémentaires.

---

cavité utérine (pieds bots par exemple).

[64] Voir A. Dalcq *L'oeuf et son dynamisme organisateur*, Paris, A. Michel, 1941, chap. IV.

[65] Voir T. J. Horder & P. J. Weindling *Hans Spemann and the Organizer* in T. J. Horder, J. Witkowski & C. C. Wylie (Eds) *A History of Embryology*, Cambridge University Press, 1986.

Ainsi, des monstruosités que la nature n'avait su encore réaliser sont désormais accessibles. On connaît par exemple le gène qui commande le développement de l'œil et on a pu l'agencer de telle manière que des yeux apparaissent sur les ailes ou les pattes d'une drosophile (mouche du vinaigre). On a même pu utiliser pour ce faire le gène équivalent de la souris, qui est quasiment identique[66]. Une souris a pu porter sur son dos une oreille humaine. Une manipulation génétique avait permis de réprimer son système immunitaire afin que la greffe soit tolérée. Un jour, peut-être, la transplantation d'organes sera remplacée par leur régénération.

Le monstre était la déception de la vie. Il en marquait la contingence. A ce titre, c'est bien la monstruosité et non la mort qui était la contre-valeur vitale[67]. Mais la vie ayant été elle-même réduite à un phénomène contingent, plus rien ne peut y marquer désormais véritablement la singularité du monstrueux, sinon la morbidité d'une organisation. Aujourd'hui, nous pouvons envisager sans trop d'absurdité qu'un jour la recombinaison génétique devienne la règle pour les vivants. A en croire Jeremy Rifkin, les hormones de croissance sont déjà l'un des produits les mieux vendus dans les pharmacies américaines (*Le siècle biotech*, 1998, p. 190 et sq.[68]).

Monstre serait finalement celui qui est maître de sa propre régulation.

* *

[66] Voir F. Jacob *La souris, la mouche et l'homme*, Paris, O. Jacob, 1997, pp. 150-151.
[67] Voir G. Canguilhem *La monstruosité et le monstrueux* in *La connaissance de la vie*, Paris, Vrin, 1985.
[68] trad. fr. Paris, La Découverte, 1998.

C) *Les régulateurs de l'organisation vivante.*

3. 1. 21.

Au XIX° siècle, le système nerveux était le grand harmonisateur des fonctions animales (respiration, battements cardiaques, …). Pour Claude Bernard, ainsi, le système nerveux grand sympathique était le véritable pilote de la circulation sanguine et donc de la régulation de la chaleur animale, en commandant le calibre des vaisseaux sanguins.

Le système nerveux "autonome" ou "végétatif" contrôle en effet l'activité du cœur, les mouvements du tube digestif, les sécrétions de différentes glandes en émettant des neurotransmetteurs, transitant par l'hypophyse. Le fait de rester vivant échappe ainsi très largement à toute décision consciente.

Au début du XX° siècle, on découvrira d'autres régulateurs, comme les hormones et l'on mettra également au jour des mécanismes de rétro-contrôle ou *feedback* permettant de corriger l'effet des perturbations internes ou externes pour ramener l'organisme à son état d'équilibre : la production d'une hormone, par exemple, déclenche toute une série de phénomènes dont l'aboutissement, en retour, est l'inhibition de sa propre production.

La plupart des systèmes de régulation fonctionnent selon un mécanisme de rétroaction négatif : le stimulus entraîne une réaction de sens opposé à lui ; sa trop forte concentration, ainsi, induit la diminution d'une substance produite. A l'opposé, les rétroactions positives, que notre organisme n'ignore pas tout à fait, ont pour effet de majorer une réaction. C'est alors un cercle vicieux. Des enzymes tels que les facteurs de coagulation, ainsi, quoiqu'indispensables, interviennent dans la plupart des attaques cardiaques en précipitant la formation d'un caillot sur les plaques d'athérosclérose obstruant les artères coronaires.

Les hormones.

Pour expliquer la corrélation fonctionnelle de certains organes par voie humorale, Claude Bernard et Charles-Edouard Brown-Séquard imaginèrent des sécrétions internes vers 1890. Les hormones furent découvertes en 1905 (du grec : "j'excite"). On en rencontre chez les plantes ainsi que dans presque tout le règne animal.

Molécules produites par certains tissus, sécrétées directement dans le sang (mais pas toujours, comme les neuro-hormones secrétées par certains neurones), elles sont à même d'agir sur des cellules particulières, dites "cellules cibles", dont elles contrôlent le métabolisme. L'insuline ainsi contrôle le métabolisme cellulaire. Leur sécrétion intervient par cycles, ou bien une seule fois dans la vie d'un individu - comme la thyroxine qui permet la transformation du têtard en grenouille - ou encore en réponse à un stimulus ponctuel. L'adrénaline, par exemple, est sécrétée par les corticosurrénales en réponse à un stress ou à un effort physique intense. Elle conduit à accélérer le rythme cardiaque, provoque une bronchodilatation, des contractions intestinales et libère du glucose et des triglycérides dans le sang. Tout cela permet d'accélérer

le processus énergétique de l'organisme. Les hormones sont pour la plupart synthétisées dans des organes particuliers : les glandes endocrines (*i.e.* : dont les sécrétions se déversent et sont véhiculées directement par le sang ; on en compte huit principales) ou dans les tissus spécialisés de certains organes, comme le pancréas.

La production d'hormones est finement régulée, soit par le biais de l'hormone elle-même (ajustement par rétro-contrôle), soit par celui d'une autre hormone. Elle implique parfois le système nerveux. Quant à l'action des hormones, elle n'est pas aussi directe, aussi unilatérale qu'on pourrait l'imaginer. Son intensité peut être réglée par les cellules réceptrices, de sorte qu'il peut être difficile de prédire l'effet exact d'une hormone spécifique.

L'homéostasie.

De nos jours, on parle d'*homéostasie*. Celle-ci est définie par le *Dictionnaire des termes de médecine* Garnier-Delamare[69] comme le "maintien à leur valeur normale des différentes constantes physiologiques de l'individu (température, tonus cardiovasculaire, composition du sang, etc.)". Le terme "régulation" n'apparaît plus.

Des recherches menées sur les cycles circadiens (de *circa* : environ et *dies* : jour) de l'organisme (horloge biologique), c'est-à-dire sur le fait que l'équilibre homéostatique se modifie à un terme plus ou moins court (la journée) ou long (une année par exemple) - l'organisme tout entier offrant alors une plus ou moins grande vulnérabilité - ces recherches conduisent à souligner que, leur énergie étant limitée, tous les vivants luttent pour atteindre leur niveau d'équilibre ; autour duquel ils oscillent, plutôt que de s'y maintenir de manière constante[70].

L'homéostasie a été définie par Walter Cannon (1930) par quatre mécanismes principaux de régulation :

- la résistance cellulaire aux variations de la salinité et de l'acidité du contenu en eau ;
- le stockage des aliments comme réserves ;
- l'élimination des scories, souvent toxiques, de la digestion ;
- la réaction aux variations de l'environnement (température, pression, etc.).

Seuls les vertébrés supérieurs (oiseaux, mammifères) possèdent ces quatre mécanismes. On sait que les insectes, par exemple, n'ont pas la possibilité de maintenir leur température corporelle indépendamment de la température extérieure. Le métabolisme cellulaire étant d'autant plus rapide que la température est élevée, l'insecte est hyperactif par temps chaud et tombe en léthargie par temps froid.

[69] Paris, Maloine, 1992.
[70] Voir A. Reinberg et al. *Chronobiologie et chronothérapeutique*, Paris, Flammarion, 1991.

Il ne parvient pas non plus à régler parfaitement son contenu en eau (lequel représente jusqu'à 80% de son poids). Une sécheresse, ainsi, et l'évaporation anormale qu'elle implique, peut lui être fatale[71].

A la limite, on soulignera que la reproduction elle-même participe d'une fonction homéostatique. Assurant le remplacement des individus, elle est un agent de stabilité en effet et participe de ce maintien de la continuité qui caractérise l'organisation du vivant[72].

Plus que jamais, nous sommes face à cette distinction entre la vie organique et le vivant individualisé que nous n'avons pas cessé de rencontrer en traitant du vivant. Claude Bernard a soustrait la vie au vitalisme. Pour autant, il est resté prisonnier de l'alternative vitalisme/matérialisme, car il ne comprenait pas le fondement de l'organisation vivante, ce qui fait proprement le vivant être tel qu'il est. Seule la génétique parviendra à percer le mystère de l'organisation. Seule la biologie moléculaire parviendra à identifier le vivant et la vie.

* *

[71] Voir P. Douzou *Les bricoleurs du septième jour*, Paris, Fayard, 1985, p. 51 et sq.
[72] Voir A. C. Guyton *Précis de physiologie médicale*, 1991, trad. fr. Padova, Piccin, 1996, chap. 1.