

EFTICHIOS BITSAKIS

Département de Philosophie, Université de Jannina

Département de Physique, Université d'Athènes

ENGELS ET LA DIALECTIQUE DE LA NATURE

Engels a été le premier à essayer d'écrire une «Dialectique de la Nature». Son projet grandiose resta inachevé. La *Dialectique de la Nature* est considérée comme un des textes classiques du marxisme. Pourtant, plusieurs philosophes et scientifiques contestent sa légitimité. Ils contestent la légitimité même de l'entreprise, et considèrent cette oeuvre d'Engels comme une addition tardive et «idéologique» à l'oeuvre scientifique de K. Marx¹.

Nous essaierons de présenter la conception de la nature telle qu'elle se dégage à travers une lecture contemporaine des oeuvres principales d'Engels. Notre thèse, concernant la légitimité du concept de «dialectique de la nature», sera la conclusion de cette analyse. Ainsi, le présent texte est, d'une certaine façon, la suite d'une autre étude sur la conception de la nature dans l'oeuvre de Karl Marx².

Engels a travaillé toujours en commun, ou parallèlement, avec Marx. Sa conception de la nature s'identifie, en ce qui concerne les questions de principe, avec celle de Marx. Pourtant, entre les deux penseurs qui ont écrit ensemble la *Sainte Famille*, l'*Idéologie allemande* et le *Manifeste communiste*, s'établit progressivement, comme on le sait, une sorte de division de travail: Marx se consacra surtout aux problèmes économiques et sociaux et Engels aux questions de la philosophie et de la dialectique de la nature en particulier, et cela à travers une mise en valeur philosophique des données des sciences de la nature³.

Cette division de travail explique la spécificité de l'oeuvre philosophique d'Engels. La nature n'y est pas une abstraction. Elle est présente avec ses lois particuliers et sa spécificité, multiforme et vivante, telle qu'elle se manifeste dans le domaine des sciences. Ainsi, la philosophie d'Engels est inséparable des sciences de son époque.

1. Les conditions scientifiques pour l'oeuvre d'Engels

Pour Marx et pour Engels, la dialectique des idées exprime la dialectique du mouvement du réel: «Nous concevons à nouveau, écrit Engels, d'un point de vue matérialiste, les idées de notre cerveau comme étant les reflets des objets, au lieu de considérer les objets réels comme les reflets de tel ou tel degré de l'Idée absolue. De ce fait, la dialectique se réduisait à la science des lois générales du mouvement, tant du monde extérieur que de la pensée humaine, - deux séries de lois identiques au fond, mais différentes dans leur expression [...]. La dialectique des idées ne devint que le simple reflet conscient du mouvement dialectique du monde réel»⁴. Engels définit dans ce texte le statut de la dialectique, et en particulier de la dialectique de la nature.

Mais la dialectique n'est pas sortie toute faite de la tête de Marx ou d'Engels. Elle ne dut pas être élaborée non plus, par une contemplation de la nature. La dialectique a émergé laborieusement à travers l'étude des sciences de la nature, de la technologie et du devenir social. Ici se trouve l'élément révolutionnaire, qui distingue la philosophie d'Engels des différentes «philosophies de la nature» spéculatives, des systèmes qui poussaient à son époque «comme des champignons», fruits de la «mauvaise abstraction». La *Dialectique de la Nature* et plus généralement la philosophie d'Engels, est intrinsèquement liée aux sciences de la nature de son temps. Ainsi, nous parlerons d'abord de l'évolution des sciences jusqu'à l'époque d'Engels.

Selon Engels, la science moderne s'est émancipée à l'égard de la théologie, par la réfutation du système géocentrique et l'élaboration de l'héliocentrisme par Copernic. Cette date est pourtant conventionnelle. Copernic, ainsi que Kepler et Newton, voyaient dans les lois de la nature la manifestation de la volonté divine. Ainsi le processus de la libération de la science à l'égard de la théologie n'était pas instantané. Selon Engels, cette émancipation date bien de Copernic, «bien que la discrimination dans le détail de leurs droits réciproques ait traîné jusqu'à nos jours et que, dans maints esprits, elle soit encore loin d'être acquise»⁵.

Pourquoi Engels accorda une telle importance à la révolution copernicienne? Arrêtons-nous sur cette question.

Le système héliocentrique nous paraît aujourd'hui naturel, presque évident. Imaginons pourtant l'homme du Moyen Âge: La Terre est le centre de l'univers, entourée de la sphère des fixes. Elle est donc le lieu privilégié de la création, car tout a été créé par Dieu, et se trouve sous

sa domination. L'homme est à son tour le centre de la création, privilégié et en même temps impuissant, à la merci de Dieu, créateur et maître omniprésent.

A un moment donné vient Copernic (1473-1543). Il reprend l'hypothèse d'Aristarque de Samos, il en fait une théorie et fait voler en éclats l'ordre du Moyen Age. La terre est dorénavant une planète comme les autres; elle tourne autour du soleil, d'une étoile comme des millions d'autres étoiles. Donc, pas de lieu privilégié. L'homme est projeté dans le chaos des espaces cosmiques. Lui est-il donc possible d'être le centre et la raison de la création? Les problèmes d'ordre moral et gnoséologique posés par la révolution copernicienne sont évidents⁶.

Quelques années plus tard Giordano Bruno (1550-1600) devait proclamer l'infinité des mondes: il enseignait qu'il y a une infinité de soleils, ainsi qu'une infinité de planètes. Son message a été un sacrilège et lui-même serait «épuré» par la mort sur le feu. La théologie par la suite essaya de récupérer l'héliocentrisme qui s'imposa par la force des faits. Pour Newton (1643-1727) il n'y avait plus de problème: le mouvement du ciel, susceptible d'une description mathématique, était l'expression de la sagesse du Démonstrateur. Ainsi la pensée mécaniste avait trouvé son complément théologique.

Cette époque, comme le note Engels, fut une période révolutionnaire pour les sciences. Copernic était un moine - et il avait dédié son livre au pape. Ceci ne l'empêcha pas de renverser l'ordre théocratique de la nature, et d'être caractérisé par Luther, le fou qui bouleverser l'art de l'astronomie. Galilée (1564-1642) fut obligé à l'âge de soixante-dix ans, à désavouer, «devant les Saintes Ecritures», l'«hérésie du mouvement de la terre». Mais cela n'était pas l'essentiel: c'est lui qui apporta des preuves pour cette «hérésie» et posa les fondements de la physique. L'Inquisition condamna à mort Vesalius (1514-1564), fondateur de l'anatomie et grand opposant des conceptions de Galien, et Calvin a fait brûler M. Servet (1511-1553) à Genève, au moment où il était sur le point de découvrir la circulation du sang, «et cela en le mettant à griller tout vif pendant deux heures»⁷. Pourtant, la physiologie et la connaissance du vivant ont fait un saut à cette époque extraordinaire. A la même époque, Harvey (1578-1657) a découvert la circulation du sang, Neper (1550-1617) inventa les logarithmes, et de l'autre côté R. Bacon publia le *Novum Organum* (1620), le statut de la méthode expérimentale et inductive.

Avec l'oeuvre de Galilée, de Kepler, de Descartes, de Newton, de Leibniz, et d'un grand nombre d'autres chercheurs, la science des tem-

ps modernes avait déjà constitué une partie de ses structures. Cette science était qualitativement supérieure par rapport à la science grecque. Mais, dit Engels, à l'envers des penseurs grecs, pour lesquels «le monde était essentiellement quelque chose qui était sorti du chaos, qui s'était développé, qui était le résultat d'un devenir», le monde pour les savants de cette période, «était quelque chose d'ossifié, d'immuable: quelque chose qui, pour la plupart d'entre eux, avait été créé d'un seul coup»⁸. Le trait caractéristique de la conception du monde de cette période, c'est l'Immobilisme: le système solaire, les espèces animales et végétales, etc. existent avec leur forme présente depuis l'éternité, ou bien depuis le moment où Dieu les a créées.

La conception métaphysique de la nature fut - selon Engels - une étape inévitable du processus de la connaissance. La dialectique des anciens était une conception globale du monde, sans connaissance des processus particuliers. Mais la connaissance scientifique commence, par l'étude des phénomènes particuliers. En plus: «Il allait d'abord étudier les choses avant de pouvoir étudier les processus. Il fallait d'abord savoir ce qu'était telle ou telle chose, avant de pouvoir observer les modifications qui s'opèrent en elle. Et il en fut ainsi dans la science de la nature. L'ancienne métaphysique, qui considérait les choses comme faites une fois pour toutes, était issue d'une science de la nature qui étudiait les choses mortes et vivantes en tant que choses faites une fois pour toutes»⁹. De cette manière, écrit ailleurs Engels, «la science de la nature, révolutionnaire à ses débuts, se trouvait en face d'une nature absolument conservatrice dans laquelle tout était, aujourd'hui encore, tel qu'il avait été depuis le commencement du monde, et dans laquelle, jusqu'à la fin du monde, tout resterait tel qu'il avait été dès le début»¹⁰.

Le développement des sciences devait amener au dépassement de la conception métaphysique. «Lorsque cette étude fut avancée au point que le progrès décisif fut possible, à savoir le passage à l'étude systématique des modifications s'opérant dans ces choses au sein de la nature même, à ce moment sonna, dans le domaine philosophique aussi, le glas de la vieille métaphysique»¹¹.

Le point de vue dialectique ne fut en réalité jamais complètement effacé. Vers la fin du XVIIIe siècle, il y avait déjà assez d'acquis, pour que la conception métaphysique soit mise en cause. En 1760, Lomonosov formula le principe de l'indestructibilité de la matière, qui, avec l'oeuvre de Lavoisier, devait prendre un énoncé plus concret et une certaine «vérification» expérimentale. La chimie se débarrassa du phlogiston et posa l'hypothèse aromique. Avec la synthèse *in vitro* de matière or-

ganique à partir de substances de caractère minéral (1828), l'hypothèse du vis-vitalis a été définitivement discréditée. La géologie devenait de plus en plus la science de l'évolution de la terre. Parallèlement, la paléontologie, l'anatomie comparée et la connaissance de la variété des formes vivantes, plus généralement, démontrait que ces formes avaient une histoire dans le temps. Les différents domaines de la physique enfin, et surtout l'étude des phénomènes thermiques, électromagnétiques et optiques, avaient réalisé à cette période des progrès décisifs.

Les sciences étaient pourtant dominées encore par des lois statiques: indestructibilité des atomes, stabilité des espèces, éternité du système planétaire. «La première brèche, écrit Engels, fut ouverte dans cette conception pétrifiée de la nature, non par un savant, mais par un philosophe. En 1755, paraissait l'*Histoire universelle de la nature et la théorie du ciel*, de Kant. Il n'était plus question de choc initial; la terre et tout le système solaire apparaissaient comme le résultat d'un devenir dans le temps»¹².

Les conceptions évolutives ont commencé à apparaître aussi dans le domaine des sciences de la vie. Au XVIIIe siècle, Linné (1707-1778) déclarait qu'il y a autant d'espèces que Dieu en a créé, mais à la même époque Lomonosov combattait le vitalisme et formulait ses hypothèses géniales sur l'évolution de la nature et des formes de la vie. En 1759, C.F. Wolff «avait livré le premier assaut à la fixité des espèces et proclamé la théorie de la descendance» (Engels), appuyé sur les données de la paléontologie et de la recherche microscopique. Cuvier (1769-1832), un des fondateurs de l'anatomie comparée et de la paléontologie, essaya d'expliquer l'évolution des espèces, par l'hypothèse d'une série d'actes de création répétés. L'hypothèse mécaniste de Cuvier est une indication de la force avec laquelle s'imposait à cette époque l'idée de l'évolution. Lyell remplaça «les révolutions soudaines dues aux caprices du Créateur, par les effets graduels d'une lente transformation de la terre» (Engels). Lamarck donna ensuite une première explication de l'évolution, dans son ouvrage *Philosophie zoologique* (1809). Darwin, enfin, élaborait la théorie moderne de l'évolution, dans son ouvrage sur l'origine des espèces (1859)¹³. Il s'agit d'une des grandes découvertes desquelles parle Engels. L'autre concerne la découverte de la cellule comme unité fondamentale de l'organisme. La troisième, c'est la loi de la transformation des formes de l'énergie¹⁴. Mais nous sommes déjà à l'époque d'Engels.

Écoutons donc Engels lui-même: «Ce sont surtout trois grandes découvertes qui ont fait progresser à pas de géant notre connaissance l'enchaînement des processus naturels: premièrement, la découverte de

la cellule en tant qu'unité à partir de laquelle se développe, par multiplication et différenciation, tout l'organisme végétal et animal; en conséquence, non seulement il a été reconnu que le développement et la croissance de tous les organismes supérieurs s'opèrent selon une loi universelle unique, mais encore que la capacité de transformation de la cellule indique la voie par laquelle les organismes peuvent modifier leur espèce, et, par là, connaître un développement plus qu'individuel. Deuxièmement, la découverte de la transformation de l'énergie, qui nous a montré que toutes les prétendues forces qui agissent tout d'abord dans la nature inorganique, la force mécanique et son complément, l'énergie dite potentielle, la chaleur, le rayonnement, (lumière ou chaleur rayonnante), l'électricité, le magnétisme, l'énergie chimique, constituent autant de manifestations différentes du mouvement universel, qui passent de l'une à l'autre selon certains rapports quantitatifs, de sorte que, pour une certaine quantité de l'une qui disparaît, réapparaît une certaine quantité d'une autre, et qu'ainsi tout le mouvement de la nature se réduit à ce processus ininterrompu de transformations d'une forme dans l'autre. Enfin, la démonstration d'ensemble faite pour la première fois par Darwin, selon laquelle tous les produits de la nature qui nous environnent actuellement, y compris les hommes, sont le produit d'un long processus de développement à partir d'un petit nombre de germes unicellulaires à l'origine, et que ces derniers sont, à leur tour, issus d'un protoplasme ou d'un corps albuminoïdal constitué par voie chimique»¹⁵.

Engels considéra ces trois découvertes comme le signe de l'irruption de la dialectique dans les sciences. Plus généralement, il les considéra comme une manifestation concrète du caractère dialectique des lois naturelles.

Engels essaya de dégager, à partir d'une analyse des données scientifiques de son époque, les lois générales de l'évolution de la nature, donc la dialectique de la nature. Mais, avant de poser la question de la légitimité de la dialectique de la nature, il nous faut analyser la conception engelsienne sur les relations entre les sciences et la philosophie.

2. Sciences et philosophie

Engels n'a pas «posé» les lois de la dialectique de la nature. Par un renversement de la pratique spéculative, il les a dégagé à travers les données des sciences: «Grâce à ces trois grandes découvertes et aux autres progrès formidables de la science de la nature, nous sommes aujourd'hui en mesure de montrer dans leurs grandes lignes non seulement

l'enchaînement entre les phénomènes de la nature dans les différents domaines pris à part, mais encore la connexion des différents domaines entre eux, et de présenter ainsi un tableau d'ensemble de l'enchaînement de la nature sous une forme à peu près systématique, au moyen des faits fournis par la science empirique de la nature elle-même. C'était autrefois la tâche de ce que l'on appelait la philosophie de la nature de fournir ce tableau d'ensemble. Elle ne pouvait le faire qu'en remplaçant les rapports réels encore inconnus par des rapports imaginaires fantastiques et en ne comblant que dans l'imagination les lacunes existant dans la réalité. [...] Aujourd'hui, où il suffit d'interpréter les résultats de l'étude de la nature dialectiquement, c'est-à-dire dans le sens de l'enchaînement qui lui est propre, pour arriver à un «système de la nature» satisfaisant pour notre époque, où le caractère dialectique de cet enchaînement s'impose, qu'ils le veuillent ou non, même aux cerveaux des savants formés à l'école métaphysique, aujourd'hui, la philosophie de la nature est définitivement mise à l'écart. Toute tentative pour la ressusciter ne serait pas seulement superflue, *elle serait une régression*»¹⁶.

La citation précédente éclaire la relation entre les sciences et la philosophie telle qu'Engels la conçoit. Car la dialectique n'est pas pour lui une construction déductive. Elle se dégage à travers les pratiques sociales (politiques, productives, scientifiques, artistiques, etc.). Par une action de retour, elle féconde ces pratiques. Grâce à ce jeu en double sens elle s'enrichit et se développe. Il n'est donc pas question d'une relation en sens unique, mais d'un processus d'action mutuelle dans et par les pratiques sociales. La pratique philosophique est organiquement liée aux pratiques extra-philosophiques: elle se développe à travers ces pratiques -tout en conservant sa spécificité - et les aide à se développer.

Comme le souligne Engels dans *Anti-Dühring*, les conclusions générales de l'étude du monde sont tirées à la fin de cette étude. Elles ne sont pas des principes, des points de départ; elles sont des résultats, des conclusions¹⁷. En plus: la dialectique de la nature ne peut pas être formulée en ignorant l'«humanisation» de l'homme par le travail, donc en dehors de l'histoire des techniques et de la production. Les oeuvres philosophiques d'Engels sont les témoins de cette nouvelle pratique philosophique.

Engels analysa la faillite de la philosophie spéculative. Selon lui, «de toute l'ancienne philosophie il ne reste plus à l'état indépendant, que la doctrine de la pensée et de ses lois, la logique formelle et la dialectique. Tout le reste se résout dans la science positive de la nature et de l'histoire». Ainsi, la dialectique n'est pas autre chose «que la science

des lois générales du mouvement et du développement de la nature, de la société humaine et de la pensée»¹⁸.

Ici, on pourrait poser la question: Parler de lois générales de la nature, ne signifie-t-il pas que l'on tombe dans le piège de la spéculation hegelienne? Or, Marx et Engels ont démolé le système hegelien pour en dégager, selon leurs propres paroles, son «noyau rationnel». Ainsi, ils avoir dépassé définitivement les habitudes de la mauvaise abstraction.

Le système de Hegel -écrit Engels- était la forme la plus achevée de la philosophie, conçue comme une science particulière, au dessus des sciences. Son échec a été celui de toute la philosophie. Ainsi, dit Engels, la «philosophie» se termine en général avec Hegel, d'abord parce que dans son système il résume de façon grandiose toute son évolution, et ensuite, parce qu'il nous montre, soit-il de façon non consciente, le chemin qui amène hors le labyrinthe des systèmes, à la véritable connaissance positive du monde.

Pourtant, selon Engels, la philosophie en général n'est pas morte. Ce qui est «mort», c'est l'ancienne philosophie spéculative et ce qui est né, en même temps, c'est une philosophie nouvelle, génétiquement liée à la pratique. La nouvelle philosophie n'est pas une philosophie de la nature, au sens académique; elle n'est pas une encyclopédie des sciences, ou bien une science des sciences. Elle est pourtant une philosophie de la nature, dans un sens nouveau: une conception du monde à travers la pratique, liée organiquement à sa transformation. Ainsi, elle n'est pas une théorie abstraite de l'être, coupée de la pratique sociale (une telle ontologie d'ailleurs, idéalement spéculative, n'a jamais existé). D'un autre côté, elle ne s'identifie pas à la politique, malgré le fait qu'elle se nourrisse d'elle et qu'elle intervienne constamment dans la pratique politique.

Mais la philosophie marxiste est-elle seulement une gnoséologie? Elle nous dit rien sur l'être à travers la pratique et notre connaissance de l'être? Elle nous dit rien sur «des lois générales du mouvement de la nature, de la société et de la pensée» contrairement aux affirmations d'Engels? Plusieurs marxistes de nos jours rejettent tout discours sur l'être comme un héritage métaphysique, incompatible avec une conception authentiquement marxiste. Pourtant, réduire la philosophie marxiste à une théorie de la connaissance ne signifie-t-il pas que l'on se fait une conception positiviste sur le marxisme et la philosophie? Affirmer que le marxisme possède une dimension ontologique ne signifie pas la résurrection de l'ontologie métaphysique, mais une approche nouvelle de l'être,

produit d'une nouvelle situation dans les sciences et d'une nouvelle pratique philosophique.

Engels annonce la mort de la philosophie spéculative. Il serait peut-être mieux de parler d'une révolution philosophique, réalisée par le marxisme. Car la philosophie spéculative continua à se développer et même à s'éponouir sous des formes nouvelles (positivisme, phénoménologie, existentialisme, néothomisme). Aussi, la philosophie marxiste n'est pas la seule liée à la pratique. La philosophie a été toujours un reflet - conforme ou mystifié- de la réalité, expression des contradictions de la vie sociale. La fonction sociale de la philosophie a ailleurs toujours été sa fonction dominante. En particulier il n'y a eu de philosophie sans fonction politique. La nouveauté du marxisme est qu'il a conscience de son caractère de classe et de sa fonction en tant qu'arme du prolétariat.

La dialectique, en particulier, possède, selon Marx et Engels, une contrepartie dans la réalité elle-même. Dans la nature, selon Engels, règne «la dialectique dite objective», qui est reflétée dans la pensée dialectique. Le mouvement dans la nature est conditionné par la lutte des contraires¹⁹. Mais la nature n'est pas seulement objective: elle est de soi, donc elle est *matérielle*. Ainsi, la dialectique marxiste est une dialectique matérialiste. Selon Engels, la nature «est la base sur laquelle nous autres hommes, nous-mêmes produits de la nature, avons grandi; en dehors de la nature et des hommes il n'y a rien, et les êtres supérieurs créés par notre imagination religieuse ne sont que le reflet de notre être propre»²⁰. Le matérialisme dialectique est donc un monisme conséquent.

3. La dialectique matérialiste

Quelles sont donc les caractéristiques essentielles de cette nouvelle dialectique? La dialectique ne fut pas le produit d'une génération spontanée. Les hommes, dit Engels, raisonnaient dialectiquement bien avant de connaître ce qu'est la dialectique, de la même manière qu'ils faisaient de la prose, bien avant que le retme soit créé.

La dialectique, par conséquent, a son histoire: De la «dialectique» pratique, non theorisée, elle passa à une forme plus ou moins consciente avec la philosophie antique, elle a subi des éclipses pendant les siècles suivants, et elle arriva à prendre une formulation systématique et globale dans l'oeuvre d'Hegel. Mais, comme il a été dit, Hegel élaborait un système dont l'aspect conservateur constituait, à la limite, la négation de son aspect révolutionnaire.

Marx et Engels ont renversé les relations entre l'être et la pensée:

Dans le *système* hégélien, la Nature naît de l'aliénation de l'Idée. L'élément primordial c'est l'esprit. La nature est l'élément dérivé. La philosophie matérialiste considère au contraire la nature comme la réalité unique, et l'«esprit» comme «produit» de la nature, ayant atteint une étape spécifique de développement. Ainsi, la conception matérialiste de la nature «ne signifie rien d'autre, qu'une simple intelligence de la nature telle qu'elle se présente, sans adjonction étrangère» (Engels)²¹.

Engels donna une formulation concise des lois générales de la dialectique, qui sont abstraites «de l'histoire de la nature et de celle de la société humaine», et qui est la suivante:

- loi du passage de la quantité à la qualité et inversement
- loi de l'interpénétration des contraires
- loi de la négation de la négation²².

Ces lois caractérisent la nature, ainsi que la société: «Dans la nature s'imposent, à travers la confusion des modifications sans nombre, les mêmes lois dialectiques du mouvement qui, dans l'histoire aussi, régissent l'apparente contingence des événements»²³. Ces lois exigent donc le statut d'universalité.

On a schématisé à plusieurs reprises ces lois, dans l'effort de vulgariser le marxisme. Ce fait ne justifie pas pourtant les détracteurs d'Engels. Car lui, il dégage ces lois de l'étude de la réalité -naturelle et sociale- les fonde sur un matériel concret, met en relief leur unité, leur contenu, et leurs manifestations multifformes dans des conditions différentes.

Ainsi la dialectique englobe aussi la logique, la transformant en une science historique. La logique n'est pas, pour Engels, la science de la vérité éternelle. En tant que science, elle a, elle aussi, son histoire. La logique formelle est adéquate pour des phénomènes simples, ainsi que pour des intervalles de temps durant lesquelles l'objet peut être considéré comme non modifié. La dialectique est pourtant la méthode qui peut rendre compte d'objets en évolution, où l'on a besoin d'étudier les chaînons intermédiaires afin de suivre le passage d'une forme à l'autre. Selon Engels, la théorie des lois de la pensée («n'est pas une vérité éternelle»), à l'envers de ce que les «philistins» entendent pas le terme «logique».

La métaphysique utilise des contradictions absolues. Pour la dialectique, l'identité et la différence, la nécessité et la contingence, le résultat et la cause, se transforment l'un à l'autre, sous des conditions appropriées. Tout et partie sont deux autres catégories de la logique formelle, extérieures l'une par rapport à l'autre. Mais: «Tout et partie, par

exemple, voilà déjà des catégories qui ne donnent plus satisfaction dans la nature organique... Parties seulement dans le cadavre»²⁴. L'essence de la dialectique, selon Engels, c'est reconnaître que les contradictions existent dans la nature, mais dans un sens relatif, et que l'immobilité et l'absolu leur ont été attribués par la pensée métaphysique. La contradiction est le noyau conceptuel de la dialectique. Pour Marx et Engels, elle existe dans les choses, elle est donc une catégorie ontologique.

La contradiction est «l'essence» de l'être. Si nous observons les choses dans un état statique et l'une à côté de l'autre, il nous est impossible de saisir l'ensemble des relations contradictoires qui existent entre elles. Mais c'est tout autre chose, si nous examinons les choses dans leur changement et leurs influences mutuelles. Dans ce cas, on découvre la contradiction.

Engels a délimité la validité du principe de l'identité, principe fondamental de la conception statique du monde: «Comme toutes les catégories métaphysiques, l'identité abstraite est suffisante pour l'usage courant, où l'on a affaire à des conditions restreintes ou à de brefs laps de temps: les limites à l'intérieur desquelles on peut l'utiliser diffèrent presque dans chaque cas et sont déterminées par la nature de l'objet [...] Mais pour la science de la nature au stade de la généralisation, l'identité abstraite est totalement insuffisante, même dans n'importe quel domaine particulier»²⁵.

A plusieurs reprises Engels analysa les relations entre la quantité et la qualité en utilisant du matériel concret du domaine des sciences naturelles. Il a ainsi défini la chimie, «comme la science des changements qualitatifs des corps qui se produisent par suite d'une composition quantitative modifiée». Dans le fait que les propriétés chimiques des éléments sont fonction périodique de leur poids atomique, il a vu une démonstration du fait que leur qualité est déterminée par la quantité (leur poids atomique)²⁶. La découverte de la structure interne des atomes par la physique devrait rendre plus concrète la relation quantité-qualité dans le cas des atomes, où l'addition ou la soustraction d'un proton (dans le noyau), d'un et électron (dans la couche périphérique), conduit au changement qualitatif, à la transmutation de l'élément.

Engels analysa, enfin, le contenu concret de la loi de la négation: «Ou' est-ce donc que la négation de la négation? Une loi de développement de la nature, de l'histoire et de la pensée extrêmement générale et, précisément pour cela, revêtue d'une portée et d'une signification extrêmes; loi qui, nous l'avons vu, est valable pour le règne animal et végétal, pour la géologie, les mathématiques, l'histoire, la philosophie...»²⁷.

Il va de soi que négation dialectique «ne signifie de dire tout simplement non, ou que quelque chose n'existe pas». Négation, cela veut dire que sous des conditions détarminées une chose peut se transformer en autre chose, et même en son contraire; que la chose et sa négation se trouvent dans des relations génétiques et se déterminent mutuellement, que la négation intègre tout élément viable dans une totalité nouvelle.

En développant les différents aspects de la conception dialectique de la nature, Engels formula un nombre énorme de remarques d'ordre méthodologique. Nous citons une seule qui concerne deux couples de concepts, incompatibles selon la pensée mécaniste: les couples, induction-déduction et analyse-synthèse: «Toute l'induction du monde ne nous aurait jamais aidés à nous expliquer le *processus* de l'induction. Seule l'*analyse* de ce processus pouvait y parvenir. Induction et déduction vont aussi nécessairement de pair que synthèse et analyse. Au lieu de poster exclusivement aux nues l'une aux dépens de l'autre, il faut chercher à utiliser chacune à sa place, et cela n'est possible que si l'on ne perd pas de vue qu'elles vont de pair, qu'elles se complètent réciproquement»²⁸. Le problème peut paraître périmé. Mais combien de scientifiques et de penseurs ne traitent encore ces concepts de la même façon que les adhérents de la logique formelle de l'époque d'Engels?

4. Sur l'unité de la nature

La dialectique pour Engels est inséparable du matérialisme. Engels a posé de manière claire le problème fondamental de la philosophie qui sépare, selon lui, les philosophes, en deux camps antagonistes: «La grande question fondamentale de toute philosophie, et spécialement de la philosophie moderne, est celle du rapport de la pensée à l'être»²⁹. Ce problème, de même que la religion, a ses racines dans les conceptions des peuples primitifs. Pour la religion en particulier, le problème se pose ainsi: «Le monde a-t-il été créé par Dieu, ou existe-t-il de toute éternité?»³⁰.

Suivant leur réponse à cette question fondamentale, dit Engels, les philosophes se divisaient en deux camps: «Ceux qui affirmaient le caractère primordial de l'esprit par rapport à la nature, et qui admettaient par conséquent, en dernière instance, une création du monde de quelque espèce que ce fut -et cette création est souvent chez les philosophes, par exemple chez Hegel, beaucoup plus compliquée et plus impossible encore que dans le christianisme - ceux - là formaient le camp de

l' idéalisme. Les autres, qui considéraient la nature comme l' élément primordial, appartenaient aux différentes écoles du matérialisme»³¹.

Engels développa la thèse selon laquelle la matière n' est pas le produit de l' esprit, mais qu' au contraire, c' est l' esprit qui est le «produit» le plus haut de la matière. Il a ainsi combattu les théories de la création du monde, qui ont tantôt la forme naïve des mythes sur la création divine, tantôt les formes plus sophistiquées de l' idéalisme. Dans ces analyses, Engels fait preuve d' une universalité inhabituelle, au sein de laquelle s' unissent la profondeur philosophique et l' esprit encyclopédique dans le meilleur sens du mot.

Engels ne veut pas «prouver» la matérialité du monde. Elle fonde sa thèse matérialiste sur les données des sciences naturelles et sur l' exploration des conditions sociales et cognitives qui ont donné naissance au concept de dieu.

Le monde est un et existe indépendamment de l' esprit humain et de tout esprit. Pourtant, l' existence du monde ne fonde pas, à elle seule, la thèse matérialiste: «L' unité du monde ne consiste pas en son Etre, bien que son Etre soit une condition de son unité, puisqu' il doit d' abord *être*, avant de pouvoir être *un*. L' Etre est, somme toute, une question ouverte à partir du point où s' arrête notre horizon. L' unité réelle du monde consiste en sa matérialité, et celle-ci se prouve non pas par quelques boniments du prestidigitateur, mais par un long et laborieux développement de la philosophie et de la science de la nature»³².

Engels dépasse ainsi la contradiction ontologique entre l' esprit et la matière. En précisant leur relation génétique, il arrive à élaborer un monisme conséquent. La nature se présente comme un tout, uni et diversifié, sans commencement ni fin, et l' esprit vient comme le moment culminant du processus évolutif de la Terre.

La nature constitue une totalité. Or, cette totalité n' est pas l' Un uni dans son identité originare. C' est une totalité diversifiée, contradictoire: c' est une unité de contraires. Ainsi est dépassée la contradiction formelle entre l' un et le multiple. Car, selon Engels, «l' un et le Multiple sont inséparables, ils sont des concepts qui se pénètrent mutuellement, et le Multiple n' est pas moins contenu dans l' un que l' Un dans le Multiple»³³. Mais quelle est la définition engelsienne de la matière?

La matière, écrit Engels, n' existe pas en tant que concept abstrait, mais sous des formes concrètes, individuelles: «La matière, comme telle, est pure création de la pensée et pure abstraction. Nous faisons abstraction des différences qualitatives des choses en les embrassant en tant qu' existant corporellement sous le concept de matière. La matière com-

me telle, à la différence des matières déterminées existantes, n'a donc pas d'existence sensible»³⁴. La matière, c'est l'abstraction la plus riche qui saurait exister. Ainsi, elle se définit en faisant abstraction de ses formes et propriétés spécifiques.

Le problème de l'unité de la matière a plusieurs aspects. L'un d'entre eux, c'est la relation entre continuité et divisibilité. On connaît la thèse des atomistes grecs, qui acceptaient une limite de divisibilité. Dans le cadre de cette conception, on ne peut pas dépasser la contradiction: divisibilité - continuité. Cette question a été abordée aussi par Hegel. Et dans un commentaire sur ce dernier, Engels a noté: «Hegel se tire très facilement d'affaire sur cette question de la divisibilité en disant que la matière est l'un et l'autre, divisible et continue, et en même temps ni l'un l'autre, ce qui n'est pas une réponse, mais est presque prouvé maintenant»³⁵.

Cette affirmation d'Engels, faite en pleine période de physique mécaniste, est curieuse et intéressante. La dialectique sur la question de la continuité et de l'atomicité, a pris un tournant décisif avec les théories quantiques. L'électrodynamique quantique postula l'unité des deux propriétés pour la lumière. La lumière (et plus généralement, le rayonnement électromagnétique) a la caractéristique de la continuité, étant champ électromagnétique. En même temps, la lumière (et plus généralement le rayonnement électromagnétique) est constituée d'êtres discrets, les photons, qui peuvent être considérés comme des singularités du champ. La théorie quantique des champs a élargi cette dualité aux autres entités de la microphysique. Les particules qui constituent l'univers et qui ont le caractère de l'individualité, peuvent en même temps être considérées comme des singularités des champs matériels qui remplissent l'espace. Les concepts contradictoires: particule et champ, se trouvent en relation dialectique au sein de ces théories. La divisibilité de la matière est aujourd'hui affirmée jusqu'au niveau de la particule élémentaire. Pourtant les physiciens pensent que les microparticules d'aujourd'hui ne sont pas les éléments ultimes de l'univers, mais qu'elles sont des entités complexes. Ainsi l'atomicité paraît gagner de nouveau du terrain, grâce à la notion de subparticules. Pourtant, ces dernières sont intrinsèquement liées à d'autres champs physiques. Ainsi, la continuité et la discontinuité apparaissent en tant que pôles d'une totalité contradictoire.

L'unité du monde se manifeste aussi dans l'unité de la matière et de ses formes d'existence. Engels a défini l'espace et le temps comme formes fondamentales d'existence de la matière: «Les formes fondamentales de tout Etre sont l'espace et le temps, et un Etre en dehors du tem-

mps est une absurdité tout aussi grande qu'un Etre en dehors de l'espace»³⁶. Les théories relativistes ont rendu «tangibles» l'unité de l'espace, du temps, de la matière et du mouvement, constituant ainsi le fondement physique de la thèse du matérialisme dialectique.

Mais, la question de l'espace et du temps est liée à celle de l'asséité ou de la création: Depuis quand le monde existe-t-il? Est-il sans commencement, donc incréé, est-il «de soi», ou est-ce qu'il a été créé à un moment donné? Engels développa la thèse de l'asséité de la nature. Il a défendu aussi la thèse de son infinité sans l'espace et le temps. Un des fondements de son raisonnement, c'est le principe de la conservation de la matière et du mouvement, ainsi que l'infinité des processus qui caractérisent la façon d'être de la matière: «! ès que nous disons: matière et mouvement ne sont pas créés et sont indestructibles, nous disons que le monde existe comme progrès infini, c'est-à-dire sous la forme du mauvais infini, et nous avons, de ce fait, saisi dans ce processus tout ce qu'il y a à saisir. Tout au plus peut-on encore se demander si ce processus est une répétition éternelle -en grand circuit- du même au même, ou si les cycles ont des branches ascendantes et des branches descendantes»³⁷.

La relativité et les théories quantiques ont balayé les conceptions mécanistes sur la conservation de la matière. La «matière» et l'«énergie» au sens classique se sont démontrées des concepts historiquement relatifs. Leur unité dans leur diversité a été démontrée. Les lois de conservation classiques ont été profondément modifiées et les nouvelles théories unitaires menacent même certaines des lois de conservation fondamentales de la physique quantique. Pourtant, à travers ces révolutions se dégage l'image d'une matière qui, comme le feu d'Héraclite, est en transformation perpétuelle grâce à ses contradictions internes³⁸.

L'infinité de l'espace et du temps sont des concepts complémentaires: «La succession des mondes éternellement répétée dans le temps infini n'est que le complément logique de la coexistence de mondes innombrables dans l'espace infini»³⁹. Pour donner un contenu concret à sa thèse, Engels a fait une analyse des concepts de l'infini, du fini et de l'infinitésimal et chercha leur contrepartie dans la réalité. L'homme ne peut connaître que le fini. «Cela n'est tout à fait juste que dans la mesure où seuls les objets finis tombent dans le domaine de notre connaissance. Mais cette thèse a besoin de complément: Au fond, dit Engels, nous ne pouvons connaître *que l'infini*. Car la pensée élève le singulier de la singularité à la particularité et de celle-ci à l'universalité, et découvre l'infini dans le fini, l'éternel dans le périssable»⁴⁰.

Si le fini et l'infini sont inséparables dans le monde des concepts, c'est parce qu'ils sont inséparables dans le monde des choses. Les contradictions de la logique formelle sont trop rigides pour saisir cette dialectique: «L'infini *est* une contradiction, et il est plein de contradictions. C'est déjà une contradiction qu'un infini ne soit composé que de valeurs finies, et pourtant c'est le cas. Le caractère limité du monde matériel ne conduit pas moins à des contradictions que son caractère illimité, et toute tentative pour éliminer ces contradictions conduit, comme nous l'avons vu, à des contradictions nouvelles et plus graves. C'est précisément *parce que* l'infini est une contradiction qu'il est un processus infini, se déroulant dans le temps et dans l'espace. La suppression de la contradiction serait la fin de l'infini»⁴¹.

Engels analysa les relations entre l'infinitésimal, le fini et l'infini dans le domaine de la mathématique, où l'infini se constitue comme le résultat d'un processus, à partir de grandeurs finies, lesquelles se constituent à leur tour, à partir de grandeurs infinitésimales. Tout ça nous rappelle la relation entre différentielle (infinitésimale) et intégrale (finie), ou la relation entre la mesure d'un segment et les points qui le constituent. Il nous rappelle encore qu'un ensemble fini de points est de mesure nulle, qu'un segment fini est constitué d'un ensemble infini de points et qu'une grandeur infinie se constitue à partir d'un ensemble infini de grandeurs finies. L'infini mathématique enfin - souligne Engels - ainsi que l'infini de la physique, sont des extrapolations à partir de la réalité: «L'infini mathématique est emprunté à la réalité, même si c'est inconsciemment, et c'est pourquoi il ne peut être expliqué que par la réalité et non par lui-même, par l'abstraction mathématique»⁴². Le devenir des choses est le point de départ pour l'élaboration du concept de l'infini.

5. Matière et mouvement

L'unité de la matière et de ses formes d'existence, a encore un aspect fondamental: celui de l'unité de la matière et du mouvement, formulé dans la thèse: pas de matière sans mouvement. pas de mouvement sans matière.

Le mouvement, dans le sens étroit du déplacement, ainsi que au sens plus large du changement, est une caractéristique générale de la nature. Il s'agit d'une constatation vérifiée à chaque moment, par le développement des sciences de la nature.

C'est donc normal qu'Engels ait repéré les théories évolutives dans

les sciences et analysa leur signification. Ainsi il écrivait à propos de l'hypothèse de Kant: «La théorie Kantienne qui place l'origine de tous les corps célestes actuels dans les masses nébuleuses en rotation, a été le plus grand progrès que l'astronomie eut fait depuis Copernic. Pour la première fois s'est trouvée ébranlée l'idée que la nature n'a pas d'histoire dans le temps»⁴³. Les théories sur la genèse du système planétaire étaient d'une grande actualité à l'époque d'Engels. Les théories cosmologiques ont depuis montré que la partie de l'univers accessible à l'observation est toute entière en évolution perpétuelle. Des étoiles, des systèmes planétaires et des galaxies se forment sous nos yeux. Ainsi, la cosmogénèse est la caractéristique fondamentale de l'univers, tel qu'il se présente aux moyens actuels d'observation.

La forme du mouvement que nous constatons de façon directe, c'est le mouvement mécanique: le déplacement dans l'espace. Mais le mouvement ne se réduit pas à cette forme. «Le mouvement, au sens le plus général, conçu comme mode d'existence de la matière, comme attribut inhérent à elle, embrasse tous les changements et tous les processus qui se produisent dans l'univers, du simple changement de lieu, jusqu' à la pensée»⁴⁴.

Il va de soi que chaque forme de mouvement présuppose le déplacement. Mais le mouvement mécanique n'épuise pas le mouvement en général. D'ailleurs, comme le dit Engels, l'importance du mouvement mécanique diminue, au fur et à mesure que la forme du mouvement devient plus élevée.

Le mouvement n'exclut pas l'équilibre. Au contraire: l'équilibre est inséparable du mouvement. «Dans le mouvement des corps célestes, il y a mouvement dans l'équilibre et équilibre dans le mouvement» (relativement)»⁴⁵. Mais, tandis que le mouvement est la caractéristique générale de la matière, l'équilibre est relative et provisoire.

Le mouvement est le mode d'existence de la matière. «Jamais, ni nulle part, il n'y a eu de matière sans mouvement, ni il ne peut y en avoir. Mouvement dans l'espace de l'univers, mouvement mécanique de masses plus petites sur chaque corps céleste, vibration moléculaire sous forme de chaleur ou de courant électrique ou magnétique, décomposition et composition chimiques, vie organique: chaque atome singulier de matière dans l'univers participe à chaque instant donné à l'une ou à l'autre de ces formes de mouvement, ou à plusieurs à la fois. Tout repos, tout équilibre est seulement relatif, n'a de sens que par rapport à telle ou telle forme de mouvement déterminée»⁴⁶.

Le mouvement est inhérent à la matière. Il n'a pas donc ni commencement ni fin. Cette conception du mouvement exclut n'importe quel état de repos initial pour l'univers, donc le début du mouvement à un instant donné. Une telle éventualité présuppose une intervention extérieure. Car si le monde était dans un état d'immobilité, comment a-t-il pu passer de cet état au changement? «Ce qui surtout est dans cet état de toute éternité, ne saurait à aucun prix sortir de lui-même de cet état pour passer à celui du mouvement et du changement. Il faut donc que de l'extérieur, d'en dehors du monde, soit venu un premier choc, qui l'ait mis en mouvement. Or, on sait que le «choc initial» n'est qu'une autre façon de dire Dieu»⁴⁷. Le choc initial s'appelle de nos jours «explosion initiale», qui a été réalisée il y a quelques milliards d'années, et dont la conséquence est un univers qui ne cesse depuis de se dilater. L'argumentation d'Engels contre le choc initial est valable aussi pour ce phénomène mystérieux, concernant une quantité inimaginable de matière, existante on ne sait pas comment et depuis quand dans un état stationnaire, et qui a subit pour des raisons aussi incompréhensibles cette explosion qui lui donna, de «dedans» il est vrai, le mouvement et la possibilité d'évolution.

Engels ne combattit pas seulement la conception spiritualiste du choc initial. Il a combattu toute conception qui sépare la matière et le mouvement. Dans la partie de la *Dialectique de la Nature* consacrée au mouvement, il écrit à propos de l'expression «énergie»: «Elle laisse encore place à l'illusion que l'énergie est quelque chose d'extérieur à la matière, quelque chose qui lui est apporté du dehors»⁴⁸. Aujourd'hui on voit mieux l'importance de ce point de vue. Il est bien connu qu'à l'époque d'Engels, et aussi dans les décennies suivantes, les physiciens considéraient l'énergie comme une «entité» extérieure à la matière, comme quelque chose qui lui confère le mouvement et le changement, elle-même étant inerte par nature. Et quand au début de notre siècle la relativité a mis en relief la relation entre la masse et l'énergie et leur proportionnalité quantitative, la conception mécaniste a conduit à une nouvelle déviation: réduire la matière à l'énergie, et imaginer un univers fait exclusivement d'énergie.

Engels a critiqué aussi le concept de la «force», fondamental pour la physique classique, qu'il considère comme inopportun. Il était contre l'introduction de ce concept, d'allure subjective, dans la description des processus physiques. A propos de la théorie de la gravitation de Newton, en particulier, il dit qu'elle n'explique pas l'état du mouve-

ment des planètes. Il utilisa souvent l'expression: «Les soi-disant forces».

En étudiant le problème du mouvement, Engels souligna le rôle de l'interaction en tant que source du mouvement et de l'évolution de la matière. «L'action réciproque est le premier caractère qui se présente à nous, quand nous considérons la matière en mouvement dans son ensemble du point de vue de la science de la nature d'aujourd'hui»⁴⁹.

Le mouvement est inséparable de l'interaction: «Le fait que ces corps sont en relation réciproque implique déjà qu'ils agissent les uns sur les autres, et cette action réciproque est précisément le mouvement. Ici déjà il apparaît que la matière est impensable sans le mouvement. Et si, de plus, la matière s'oppose à nous comme quelque aussi impossible à créer qu'à détruire, il en résulte que le mouvement est lui-même aussi impossible à créer qu'à détruire»⁵⁰. L'évolution de la physique justifia les conceptions d'Engels. D'autres formes d'interaction ont été découvertes depuis, et leur mode d'action est mieux connue aujourd'hui.

La physique connaissait à cette époque l'interaction gravitationnelle et l'interaction électromagnétique. L'interaction gravitationnelle, responsable pour le mouvement des planètes, des astres et des systèmes stellaires, et pour une infinité de phénomènes terrestres, a été «expliquée» par la «force d'attraction» des corps massifs. La théorie générale de la relativité donna une explication plus naturelle au mouvement, sous l'influence de la gravitation: les corps se meuvent sur des lignes géodésiques (lignes de longueur minimale) d'un espace dont la courbure est déterminée par la présence de la matière. Le point de vue relativiste confirme les conceptions d'Engels pour deux raisons: 1) Il supprime le concept de force. 2) Il concrétise l'unité de la matière et de ses formes d'existence - de l'espace et du temps-ainsi que de son mode d'existence: du mouvement.

L'interaction électromagnétique n'était pas étudiée de façon exhaustive à l'époque d'Engels. Les équations électromagnétiques de Maxwell, qui ont démontré l'unité de l'électromagnétisme, de la lumière et du rayonnement thermique, étaient trop jeunes à cette époque. Mais ces équations montrent clairement l'unité de l'interaction et du mouvement: Le mouvement des charges engendre le champ électromagnétique: l'agent de l'interaction. La présence, de l'autre côté, d'un champ électromagnétique, devient une cause de mouvement par son action sur les charges. Le mouvement des électrons dans l'atome, la liaison chimi-

que, et un nombre énorme de phénomènes physiques, est déterminé par l'unité de l'interaction électromagnétique et du mouvement.

Depuis l'époque d'Engels on a découvert d'autres formes d'interaction: l'interaction forte qui s'exerce entre les particules du noyau et plus généralement entre les hadrons, ainsi que l'interaction faible, responsable pour certaines désintégrations et d'autres phénomènes entre particules élémentaires. Toutes ces interactions se réalisent par l'intermédiaire de «champs» (gravitationnel, électromagnétique, mésonique, faible), elles naissent par le mouvement et sont des sources de mouvement, elles lient les formes de la matière dans une totalité multiforme, contradictoire, obéissante à des lois, en évolution perpétuelle.

Engels a analysé mieux que plusieurs physiciens de son temps le contenu des principes de la conservation et de la transformation de l'énergie. Il a saisi non seulement l'aspect quantitatif, c'est-à-dire le principe de la conservation, mais aussi, et surtout, l'aspect qualitatif et dynamique: le principe de la transformation des formes de l'énergie. «La constance *quantitative* du mouvement, écrit-il, a déjà été exprimée par Descartes, et presque dans les mêmes termes que maintenant (par Clausius, Robert Mayer...). Par contre, le changement de *forme* du mouvement a été découvert seulement depuis 1842, et c'est cela, et non la loi de la constance quantitative, qui est la nouveauté»⁵¹. Dans un autre point de la même oeuvre, Engels dit aussi, que «l'indestructibilité du mouvement ne peut pas être conçue d'une façon seulement quantitative, elle doit l'être aussi de façon qualitative»⁵².

Engels ne pouvait pas accepter les prévisions sur la mort thermique de l'univers, très répandues à son époque: cela devait signifier l'acceptation de la destruction du mouvement, et l'immobilisme (du point de vue qualitatif) éternel. Il écrivait ainsi à propos de la naissance et de la destruction des systèmes planétaires et l'apparition et la désintégration des formes de la matière que, pendant toutes ces transformations, la matière reste éternellement la même, et qu'«aucun de ses attributs ne peut jamais se perdre»⁵³. Depuis, plusieurs attributs de la matière ont été démontrés relatifs. Pourtant, l'énergie (le mouvement) a été démontrée une propriété inaliénable de la matière.

Les lignes précédentes d'Engels ont été écrites bien avant la relativité et la physique nucléaire. Ces sciences ont apporté des arguments nouveaux contre les extrapolations qui conduisent à la mort thermique, pour ne pas parler de l'hypothèse de l'Ambartsoumian sur l'existence d'une proto-matière et des réserves énormes d'énergie qu'elle renfermerait, ou encore aux hypothèses pour des quantités colossales d'éne-

rgie qui peuvent exister à un niveau plus profond d'organisation de la matière.

La matière reste éternellement la même, «pendant toutes ces transformations». Cette affirmation est totalement valable pour les transformations dont Engels parle. Mais même pendant les transformations plus radicales - radioactivité, transmutation d'éléments, transformations des particules élémentaires- il y a certaines caractéristiques qui restent invariables: masse totale ou énergie totale, nombre baryonique, nombre leptonique, charge, etc. - ce qui constitue une base concrète pour une dialectique entre l'invariante et le périssable, pendant les transformations de la matière.

On a esquissé jusqu'ici l'aspect ontologique du mouvement. Or, le mouvement de l'être se reflète dans la conscience. Il s'impose progressivement et finalement il arrive à être imposé comme caractéristique générale de la nature et de notre connaissance. A propos de cet aspect du problème, Engels écrit dans *L. Feuerbach*: «La grande idée fondamentale selon laquelle le monde ne doit pas être considéré comme un complexe de choses achevées, mais comme un complexe de processus où les choses, en apparence stables -tout autant que leur reflets intellectuels dans notre cerveau, les concepts, se développent et meurent en passant par un changement ininterrompu au cours duquel, finalement, malgré tous les hasards apparents et tous les retours en arrière momentanés, un développement progressif finit par se faire jour- cette grande idée fondamentale a, surtout depuis Hegel, pénétré si profondément dans la conscience commune, qu'elle ne trouve sous cette forme générale presque plus de contradicteurs»⁵⁴.

L'objet des sciences de la nature ne peut donc pas être tout simplement la nature, mais la nature en mouvement. Ainsi, Engels définit la science de la façon suivante: «Objet de la science de la nature : la matière en mouvement, les corps. Les corps sont inséparables du mouvement: leurs formes et leurs espèces ne se reconnaissent qu'en lui: il n'y a rien à dire des corps en dehors du mouvement, en dehors de toute relation avec d'autres corps. C'est seulement dans le mouvement que le corps montre ce qu'il est. La science de la nature connaît donc les corps en les considérant dans leurs rapports réciproques, dans le mouvement. La connaissance des diverses formes de mouvement est la connaissance des corps. L'étude des différentes formes de mouvement est donc l'objet principal de la science de la nature»⁵⁵.

Le corps se manifeste dans le mouvement. La profondeur de cette vérité est mise en relief surtout par les sciences de notre époque, qui

ont définitivement dépassé le stade statique. Les objets sont aujourd'hui étudiés surtout dans leur mouvement et dans leurs relations mutuelles. Souvent l'objet n'a même pas de sens en dehors de conditions concrètes de mouvement et d'interaction. En modifiant les conditions, on modifie, on transforme même, l'objet. En lui imposant différentes formes de mouvement, on l'oblige à réagir, à dévoiler son «essence», son identité, qui est inséparable du changement: de ses possibilités de se transformer sous des conditions données. Les sciences étudient les phénomènes, donc le mouvement de la matière. A travers le mouvement, elles explorent son «essence».

6. Sur les lois de la nature

Grâce aux différentes formes d'interaction qui se réalisent par l'intermédiaire des champs physiques, les corps se trouvent en mouvement et en changement éternel. Mais les interactions mutuelles impliquent une détermination mutuelle. Les mouvements des corps sont déterminés et chaque phénomène est le produit de causes concrètes.

Le principe de causalité a été dégagé à travers l'activité pratique des hommes. Par là les hommes se sont progressivement arrivés à l'idée (souvent mystifiée) qu'un certain phénomène est la cause d'un autre. Les sciences ont découvert et découvrent incessamment des nouvelles relations causales, lient des phénomènes considérés indépendants, avancent vers l'interconnexion de domaines apparemment séparés.

Mais l'activité pratique n'a pas seulement conduit à la catégorie de la causalité. Comme le dit Engels, l'activité de l'homme est *la pierre de touche* de la causalité. «*La transformation de la nature par l'homme, et non la nature seule et en tant que telle, est le fondement le plus essentiel et le plus direct de la pensée humaine, et l'intelligence de l'homme a grandi dans la mesure où il a appris à transformer la nature*»⁵⁶. La transformation de la nature par les hommes est une preuve de la causalité physique.

Dans l'infinité des phénomènes et l'infinité correspondante de leur détermination, la causalité ne se réalise pas, en général, de façon linéaire. Le hasard et la nécessité se trouvent à chaque moment à des relations mutuelles: ce qui est nécessaire se réalise à travers une série de hasards et ce qui obéit aux lois du hasard peut être le résultat d'une multitude de chaînes causales.

La métaphysique n'a pas pu résoudre la contradiction entre la contingence et la nécessité: «Une autre contradiction, dit Engels, dans la

quelle s'empêtre la métaphysique, c'est celle de la contingence et de la nécessité. Que peut-il y avoir de plus radicalement contradictoire que deux catégories de la pensée? Comment se peut-il qu'elles soient identiques, que le contingent soit nécessaire et que le nécessaire soit également contingent? Le bon sens et, avec lui, la grande masse des savants considèrent nécessité et contingence comme des déterminations s'excluant une fois pour toutes. Une chose, un rapport, un phénomène sont ou contingents ou nécessaires, mais non l'un et l'autre à la fois»⁵⁷.

Il y a deux issues devant cette contradiction irréductible: L'un conduit à la suppression de la contingence; l'autre à la suppression de la causalité: «Le déterminisme, venu dans la science de la nature à partir du matérialisme français, [...] essaie d'en finir avec la contingence en la niant absolument. Selon cette conception, il ne règne dans la nature que la simple nécessité immédiate»⁵⁸. Mais, comme le remarque Engels, avec la nécessité de cette espèce, on ne peut pas dépasser la conception théologique de la nature. L'autre voie, l'inverse, qui a trouvé un sol propice dans la physique quantique contemporaine, rejette la causalité et le déterminisme et élève l'indéterminisme au statut de loi suprême de la nature. La relation causale est une illusion pour cette conception, un épiphénomène qui se réalise *grâce à la coïncidence d'un nombre énorme* d'événements qui n'obéissent pas à des relations causales. Cette conception débouche parfois au spiritualisme, en postulant l'indéterminisme et le libre arbitre de l'homme et...de l'électron.

Engels a su échapper à ces deux écueils. Il accepta la validité du déterminisme dans la nature, sans pour autant rejeter le rôle de la contingence. «Dans le développement historique, la contingence joue son rôle qui, dans la pensée dialectique, comme dans le développement de l'embryon, *se résume en nécessité*»⁵⁹. Engels cite le point de vue d'Hegel, formulé dans la *Logique*: «Le contingent est nécessaire et la nécessité elle-même se détermine comme contingence tandis que, d'autre part cette contingence est plutôt la nécessité absolue»⁶⁰. Pour la logique formelle ces conceptions sont vraiment «des propositions absolument inouïes». Mais le passage à des concepts dialectiques est une nécessité à notre époque, où la science aborde des phénomènes extrêmement fins et des êtres dont la mobilité ne peut pas être saisie par les contradictions et les concepts rigides de la logique formelle.

La physique quantique est un domaine où l'unité dialectique du *hasard* et de la nécessité se manifeste de manière concrète. Dans ses lois, le nécessaire se réalise à travers d'un grand ensemble d'événements aléatoires, et le hasard peut être envisagé comme l'expression d'une

multitude de relations causales qui opèrent à ce niveau, ou, éventuellement, à un niveau plus profond d'organisation de la matière. Le concept du *déterminisme statistique quantique* exprime la forme de la détermination des phénomènes à ce niveau.

7. La vie: stade suprême de l'évolution de la nature

Engels consacra une partie impotante de son oeuvre à la question de l'apparition, de l'évolution et de l'essence de la vie. Ceci est bien explicable: il s'agissait s'un problème capital, à une époque dominée par les conceptions spiritualistes et mécanistes.

Engels considéra la vie comme un phénomène qui se manifeste à un stade suprême de l'évolution de la matière. Il combattit par conséquent les conceptions mécanistes de l'apparition de la vie: l'hypothèse des destructions successives, celle de l'introduction de la vie de l'espace extra-terrestre, ainsi que la théorie de la génération spontanée. Il n'a pas été amené pourtant à accepter la réfutation de cette dernière par les expériences de Pasteur. A l'époque où Pasteur était une autorité incontestable, Engels écrivait: «Depuis que nous connaissons les monères sans structure, cela devient de la folie de vouloir expliquer la naissance, fut-ce d'une seule cellule, en partant directement de la matière inerte au lieu de l'albumine vivante non différenciée⁶¹, de croire qu'avec un peu d'eau puante on pourra contraindre la nature à faire en vingt-quatre heures ce qui lui a couté des millions d'années. Les expériences de Pasteur sous ce rapport sont vaines: à ceux qui croient à la possibilité de la génération spontanée, il n'en démontrera jamais l'impossibilité à l'aide de ces seules expériences; mais elles sont importantes parce qu'elles donnent beaucoup d'éclaircissements sur ces organismes, leur vie, leurs germes, etc.»⁶²

A l'époque où l'on donnait plusieurs définitions de la vie, extérieures par rapport à sa spécificité, Engels a pu daisir et séfinir deux de ses caractéristiques fondamentales: l'échange entre l'organisme et son milieu, et le rôle primordial des protéines.

En effet, à cette époque, où le vitalisme alimentait le mystère sur la naissance et de l'essence de la vie, Engels la définit comme mode d'existence de substances matérielles: les protéines. Cette définition contient une vérité fondamentale; elle est en même temps, unilatérale.

Les progrès de la biochimie et de la physiologie ont démontré le rôle fondamental des protéines pour la vie. On trouve les protéines dans les membranes cellulaires et dans le protoplasme. Elles sont des consti-

tuantes fondamentales du noyau: les chromosomes sont des acides nucléiques, liés, aux organismes supérieurs, avec des protéines. Tous les enzymes du noyau sont des substances protéiniques. Tous les enzymes qu'on rencontre dans la nature sont en partie des protéines-géantes, qui participent à des réactions entre protéines et d'autres substances. Une catégorie d'hormones (hormones peptidiques) sont de caractère protéinique, comme par exemple la thyroxine. Les protéines et les acides nucléiques sont les éléments déterminants pour la vie, ils forment son support et constituent ses structures fondamentales.

Il convient de souligner le rôle spécifique des enzymes - dont une partie au moins est protéinique-pour les phénomènes de la vie. Les enzymes participent à toutes les réactions biologiques qui se réalisent dans les organismes. Même l'auto-duplication de l'acide nucléique (DNA) qui fait partie du processus de la transmission des caractères héréditaires, ne se réalise que grâce à la participation d'enzymes aux différentes phases du phénomène.

La définition de la vie, comme mode d'existence des protéines, est pourtant unilatérale. A cette époque, les acides nucléiques, les hormones, les vitamines, le rôle des minéraux etc. n'étaient pas encore connus. La physiologie, plus généralement, faisait ses premiers pas. Le niveau de la science de cette période explique en partie cette définition de la vie par Engels.

On pourrait définir la vie comme l'ensemble des processus qui conservent et qui reproduisent une forme spécifique d'organisation de la matière, qui échange de la matière avec son milieu, et qui n'a pas seulement la possibilité de la stabilité et de la reproduction, mais aussi de l'évolution. Le rôle des protéines et des acides nucléiques est fondamental pour la vie: ces substances forment les éléments structuraux de la cellule, les éléments fondamentaux de l'hérédité et les catalyseurs des processus biochimiques.

Engels considéra la vie comme «le résultat de la nature route entière», comme une forme d'organisation qui a surgit de la synthèse de processus compliqués et de longue durée. Une étape décisive fut la formation des protéines par des processus chimiques, dans les conditions de la terre primitive.

Cette anticipation d'Engels a été vérifiée par la science. A son époque, ainsi que pendant les décennies suivantes, il était difficile de rendre compte de la formation abiogène des substances de base des organismes (protéines, acides nucléiques, hydrates de carbone, matières grasses, etc.). La faiblesse de la science constituait la survie des concep-

tions vitalistes. Aujourd'hui, au contraire, on produit dans le laboratoire, par voie abiogénique, dans des conditions physiques et chimiques bien déterminées, un grand nombre de molécules qui jouent un rôle important dans la vie. Les matières premières sont l'eau, le méthane, l'ammoniaque, l'hydrogène et les conditions sont comparables à celles qui existaient dans l'atmosphère primitive de la terre. Les hypothèses d'Oparin, de Bernal, de Haldane et d'autres, pour une évolution chimique qui a conduit à l'apparition du biologique, hypothèses qui ont comme point de départ les conceptions d'Engels, se vérifient de plus en plus concrètement.

On produit aujourd'hui, par voie abiogénique, des hydrates de carbone, des amino-acides, des peptides, des polypeptides, des acides nucléiques, des nucleoprotéines, etc. Il reste, bien sûr, des problèmes énormes sur la formation, la polymérisation, l'évolution et le rôle de ces substances dans l'apparition des premiers systèmes relativement stables qui manifestent des phénomènes de métabolisme, de reproduction et d'évolution, et qui ont conduit à la formation des premières cellules vivantes. Tous les spécialistes ne sont pas d'accord sur le rôle des acides nucléiques et en particulier sur leur rôle héréditaire, etc. Mais la tendance générale est de considérer la vie comme un mode d'organisation de la matière, qui a fait son apparition à un stade avancé de l'évolution de la nature inorganique, mode d'organisation caractérisé comme un système cohérent, fermé en même temps qu'ouvert, capable de se reproduire et d'évoluer sous l'influence de son milieu.

Engels insista sur la complexité et le caractère dynamique des formes de la vie: «*Identité abstraite* ($a = a$; et sous la forme négative: a ne peut être à la fois égal à a et différent de a), également inapplicable dans la nature organique. La plante, l'animal, chaque cellule à chaque instant de leur vie sont identiques à eux-mêmes et pourtant se différencient d'eux-mêmes, du fait de l'assimilation et de l'élimination de substances, de la respiration, de la formation et du dépérissement des cellules, du processus de circulation qui se produit, bref, du fait d'une somme de modifications moléculaires incessantes qui constituent la vie et dont les résultats d'ensemble apparaissent de façon évidente dans les phases de celle-ci: vie embryonnaire, jeunesse, maturité sexuelle, processus de reproduction, vieillesse, mort. Plus la physiologie se développe, plus ces modifications incessantes, infiniment petites, prennent de l'importance à ses yeux, plus il devient donc également important pour elle de tenir compte de la différence à l'intérieur de l'identité, et le vieux point de vue abstraitement formel de l'identité qui veut

qu'un être organique soit traité comme quelque chose de simplement identique à lui-même, comme constant, apparaît périmé»⁶³.

La vie, dit Engels, est une contradiction. Elle est un phénomène qui se perpétue grâce à la lutte et l'équilibre (provisoire) des processus en sens inverse qui le composent. Le développement de la physiologie -et de la biochimie- a concrétisé la vérité de cette conception. Parmi les contradictions dont l'unité constitue la vie, Engels note celle de l'hérédité et de l'adaptation: «On peut concevoir l'hérédité comme le côté positif, conservateur, l'adaptation comme le côté négatif, détruisant en permanence ce qui est acquis par hérédité; mais on peut tout aussi bien considérer l'adaptation comme l'activité créatrice, opérante, positive, et l'hérédité comme l'activité faisant résistance, passive, négative»⁶⁴.

L'unité et la contradiction de l'organisme et de son milieu, s'expriment par les changements des processus biologiques qui conservent l'organisme et qui le modifient. En même temps: «Toute la nature organique est une preuve ininterrompue de l'identité ou de l'indissolubilité de la forme et du contenu. Les phénomènes morphologiques, la forme et la fonction se conditionnent réciproquement. La différenciation de la matière détermine, à son tour, une différenciation de la forme»⁶⁵.

C'est normal qu'Engels ait souligné l'importance des théories de Lamarck et de Darwin sur l'évolution des formes de la vie. Sa position était pourtant critique, face aux aspects faibles de la théorie darwinienne. Engels a réduit à ses dimensions réelles l'importance de la lutte pour l'existence et analysa le rôle fondamental de l'adaptation, donc de l'évolution des êtres vivants, que les changements du milieu peuvent provoquer.

Engels écrit à ce propos dans la *Dialectique de la Nature*: «Lutte pour l'existence. Avant tout, il est nécessaire de la limiter strictement aux luttes provoquées par la *surpopulation* dans le monde végétal et animal, luttes qui se produisent effectivement à certains stades dans le règne végétal et aux stades inférieurs dans le règne animal. Mais il est nécessaire d'en séparer rigoureusement les conditions dans lesquelles les espèces se transforment -des espèces anciennes s'éteignent et de nouvelles espèces plus développées les remplacent *sans* la présence de cette surpopulation: par exemple lors de la migration d'animaux et de plantes dans des contrées nouvelles, où des conditions nouvelles du climat, de sol, etc. provoquent le changement. Si là les individus qui s'adaptent survivent et, grâce à une adaptation sans cesse croissante, se développent pour former une espèce nouvelle, tandis que les autres individus, plus stables, périssent et finalement s'éteignent en même temps que les formes

intermédiaires imparfaits, cela peut se produire -et en fait cela se reproduit- *sans aucun malthusianisme*».

Et plus loin: «C'est précisément la faute de Darwin de mélanger dans sa «sélection naturelle *ou* survivance des plus aptes» deux choses absolument étrangères:

1. La sélection par pression de la surpopulation, où il est possible qu' en premier se soient les plus forts qui survivent, mais qu'ils se révèlent aussi les faibles à bien des égards.

2. La sélection grâce à une faculté d'adaptation plus grande à des conditions transformées, où les survivants sont mieux adaptés à ces *conditions*; mais ici, dans l'ensemble, cette adaptation peut signifier aussi bien un progrès qu'une régression (par exemple, l'adaptation à la vie parasitaire est *toujours* une régression).

L'essentiel ici est que chaque progrès dans l'évolution organique est en même temps un recul, du fait qu'en fixant une évolution *unilatérale*, il exclut la possibilité d'évolution dans beaucoup d'autres directions. Mais c'est une *loi fondamentale*»⁶⁶.

La contingence, le hasard et la nécessité ont joué leur rôle à l'apparition et à l'évolution de la vie. L'apparition de systèmes planétaires dans l'univers est inévitable. Mais l'apparition de notre système solaire, à tel moment de l'évolution de notre galaxie, et avec ses particularités -dont la masse de la terre et sa distance du soleil a été un phénomène contingent (résultant, lui aussi, d'un nombre énorme de causes et de déterminations). La terre constitua pendant des millions d'années un système énorme et relativement stable, qui, sauf dans des périodes de perturbations, a évolué de façon continue. L'apparition de la vie était inévitable au sein des conditions de ce système. Le hasard et la contingence ont joué leur rôle à l'apparition de telle ou telle forme concrète, en créant des conditions favorables ou défavorables, conditions de stabilité relative ou d'instabilité, et qui détermineraient l'orientation de l'évolution des formes de la vie.

Les changements du milieu influençaient de façon positive ou négative le sort des espèces à travers leur dynamisme interne, les systèmes vivants étant, comme on l'a dit, des systèmes fermés-ouverts.

L'homme primitif a évolué biologiquement sous l'influence des conditions de son milieu naturel. Mais au fur et à mesure que les sociétés humaines se constituaient et que la production l'emportait sur le mode naturel de subsistance, les rôles ont été inversés: ce qui se modifie maintenant, c'est surtout le milieu, la nature, le «corps inorganique» de l'espèce humaine. Ce sont les conditions extérieures qui se modifient dé-

libérément, pour mieux servir aux besoins des communautés humaines. L'évolution biologique devient pratiquement négligeable: c'est l'évolution sociale et spirituelle qui caractérise cette espèce animale particulière. L'aventure proprement humaine commença à cette époque lointaine.

Engels discutait le problème de la vie, et la théorie darwinienne en particulier, avec Marx et avec des hommes de science de son époque. Dans une lettre à Piotr Lavrov, il écrivait en 1875, qu'il accepte la théorie de Darwin sur l'évolution, mais qu'il n'accepte pas sa méthode de démonstration, la lutte pour l'existence, qu'en tant que première expression, provisoire et imparfaite d'une réalité nouvellement découverte: «L'action réciproque des corps naturels-morts ou vivants- inclut aussi bien l'harmonie que l'affrontement, la lutte que la conjonction des efforts. C'est pourquoi lorsque quelqu'un qui se prétend savant se permet de subsumer la totalité et la multiplicité de la richesse du développement historique sous la maigre formule unilatérale de «lutte pour la vie», formule qui, même dans le domaine de la nature, ne peut être acceptée que *cum grano salis* (avec des réserves critiques), il y a là une façon de faire qui se condamne d'elle-même»⁶⁷.

Engels a vu dans ces idées l'influence directe de l'idéologie individualiste bourgeoise: «Toute la doctrine darwiniste de la lutte pour la vie est simplement la transposition de la société dans la nature animée, de la doctrine de Hobbes sur le *bellum omnium contra omnes* (la guerre de tous contre tous) et de la doctrine économique-bourgeoise de la concurrence, jointes à la théorie démographique de Malthus»⁶⁸.

A la même époque, Marx formulait les mêmes idées, dans une lettre à Laura et à Paul Lafargue. Marx soulignait que le mouvement darwiniste voit dans la lutte pour la vie «une raison décisive pour la société humaine de ne jamais se libérer (emanzipieren) de son animalité»⁶⁹. La théorie darwinienne constitue un bon exemple de l'infiltration de l'idéologie dominante dans les sciences, et de la justification de cette idéologie -par une action de retour-par les sciences.

Engels a posé les bases pour une étude dialectique et matérialiste du problème de la vie. Dans cette perspective, il a étudié plusieurs aspects de l'évolution de l'espèce «suprême» du royaume animal: de l'homme. Un des plus beaux chapitres de la *Dialectique de la Nature* est consacré au rôle du travail dans la transformation du singe en homme. On voit là l'influence mutuelle du travail et du savoir, l'unité de la théorie et de la pratique. Et on voit dans l'oeuvre d'Engels comment, avec la séparation du travail manuel et du travail intellectuel et l'accaparement du dernier par une classe privilégiée, l'unité théorie-pratique a été

détruite, d'où, une raison de plus, sociale et gnoséologique, pour le développement de la conception idéaliste du monde.

8. Conclusion

Il y a une réalité objective, indépendante du sujet. Pour le matérialisme, la nature s'identifie à l'être. La nature est une totalité différenciée et contradictoire. Ainsi, elle n'est pas dans un état stationnaire: elle est mue par ses contradictions internes. Les sciences déchiffrent les modalités de l'être. Elles explorent ses différents niveaux d'organisation, qui sont qualitativement différents, et pourtant, unis. La qualité et la quantité s'intègrent dans le mode d'existence de la nature: le devenir. Il n'y a pas de quantité sans qualités et inversement. Changement qualitatif signifie transformation de certains éléments de réalité en d'autres éléments, qui émergent du fond du réel. Ainsi se dégage une dialectique entre le potentiel et le réalisé, le dernier étant la mesure du premier. Chaque phénomène a ses causes. On connaît aujourd'hui les limites du déterminisme mécaniste, mais l'on connaît aussi d'autres formes de détermination, plus souples et multivalentes, compatibles avec la qualité et le changement qualitatif.

S'il y a une dialectique de la nature, c'est parce que la nature elle-même est dialectique. L'oeuvre grandiose mais fragmentaire d'Engels nous rappelle pourtant qu'une «dialectique de la nature» du XXe siècle nous manque encore.

Editions des oeuvres d'Engels utilisées pour cette étude

1. *Anti-Dühring*, Ed. sociales, Paris 1974.
2. *Ludwig Feuerbach et la fin de la philosophie classique allemande*, Ed. Sociales, Paris 1970.
3. *Dialectique de la Nature*, Ed. Sociales, Paris 1973.
4. Marx-Engels, *Lettres sur les sciences de la nature*, Ed. Sociales, Paris 1974.
5. Marx-Engels, *Etudes philosophiques*, Ed. Sociales, Paris 1968.

Références et Notes

1. Les objections contre une dialectique de la nature viennent de plusieurs côtés. Pour fixer les idées, voir: J.P. Sartre, *Critique de la raison dialectique*, Gallimard 1961. J. Monod, *Le hasard et la nécessité*. Seuil, 1970. Sartre, Garaudy, Hypolite, Orcel, Vigier, *Marxisme et Existentialisme*, Plon, 1962.
2. E. Bitsakis, *La Nature dans l'oeuvre de Karl Marx, Etudes Philosophiques*, 3, 295 (1975).
3. On dit *surtout*, parce que l'on sait bien qu'Engels a créé une oeuvre énorme dans le domaine des sciences sociales également. Il suffit de rappeler *L'origine de la famille, de la propriété privée et de l'état, Le Socialisme utopique et Socialisme scientifique, Le rôle de la violence dans l'Histoire, La Révolution démocratique bourgeoise en Allemagne*, etc.
4. *L. Feuerbach*, p. 60.
5. *Dialectique de la Nature*, p. 31.
6. Voir, par ex.: Fontenelle, *Entretiens sur la pluralité des mondes*, Dijon, An 2, p. 42
7. Engels conclut sur ce point: «Du moins l'Inquisition se contenta-t-elle de brûler simplement Giordano Bruno» (*Dial. de la Nature*, p. 31).
8. *Dial. de la Nature*, Introduction, en part. p. 33.
9. *L. Feuerbach*, p. 62.
10. *Dial. de la Nature*, p. 195.
11. *L. Feuerbach*, pp. 62-63.
12. *Dial. de la Nature*, p. 34
13. Voir *Dial. de la Nature* (différentes parties).
14. Descartes et par la suite Lomonosov, avaient formulé le principe que la quantité du mouvement de l'univers (son énergie, suivant le terme d'aujourd'hui) est constante. Mayer (1814-1878) formula le principe de l'équivalence mécanique de la chaleur et Joule détermina leur rapport quantitatif. Mais c'est Sadi Carnot qui formula le premier les deux axiomes de la thermodynamique, dans son oeuvre *Réflexions sur la puissance motrice du feu* (1824). Cette oeuvre passa inaperçue à son époque. Les raisons politiques ne sont pas le moins importantes pour ce silence: Sadi Carnot était le fils de Lazare Carnot, et il a vécu à l'époque de la Restauration.
15. *L. Feuerbach*, pp. 63-64.
16. *Ibid.*, pp. 64-65.
17. *Anti-Dühring*, p. 54 (Ed. 1971).
18. *Ibid.*, p. 170.
19. *Dial. de la Nature*, p. 213.
20. *L. Feuerbach*, p. 22
21. *Etudes philosophiques*, p. 68
22. *Dial. de la Nature*. p. 69

23. *Anti-Dühring*, p. 40.
24. *Dial. de la Nature*, p. 215
25. *Ibid.*, pp. 217-218
26. *Ibid.*, pp. 70-74 et ailleurs.
27. *Anti-Dühring*, p. 169.
28. *Dial. de la Nature*, p. 230
29. *L. Feuerbach*, p. 25
30. *Ibid.* p. 27
31. *Ibid.*, p. 27.
32. *Anti-Dühring*, p. 73.
33. *Dial. de la Nature*, p. 266.
34. *Ibid.*, p. 259.
35. *Ibid.*, p. 249.
36. *Anti-Dühring*, p. 82.
37. *Dial. de la Nature*, p. 239.
38. Voir E. Bitsakis, *Phusique et Matérialisme*, Editions Sociales, 1983.
39. *Dial. de la Nature*, p. 45.
40. *Ibid.*, p. 236.
41. *Anti-Dühring*, p. 82.
42. *Dial. de la Nature*, p. 277.
43. *Anti-Dühring*, p. 87.
44. *Dial. de la Nature*, p. 75.
45. *Ibid.*, p. 25.
46. *Anti-Dühring*, p. 90.
47. *Ibid.*, p. 38.
48. *Dial. de la Nature*. p. 85.
49. *Ibid.*, p. 233.
50. *Ibid.*, p. 76.
51. *Ibid.*, p. 285.
52. *Ibid.*, p. 44.
53. *Ibid.*, p. 46.
54. *L. Feuerbach*, p. 61.
55. *Lettres sur les sciences...*, p 77.
56. *Dial. de la Nature*, p. 233.
57. *Ibid.*, p. 219.
58. *Ibid.*, p. 220.
59. *Ibid.*, p. 224.
60. *Ibid.*, p. 222.
61. Engels a surestimé, comme nous le verrons, le rôle des protéines dans la vie. L'«albumine» seule ne peut pas être «vivante».
62. *Dial. de la Nature*, p. 304-305.
63. *Ibid.* p. 216.
64. *Ibid.*, p. 213.
65. *Ibid.*, p. 314.
66. *Ibid.*, p. 316.
67. *Lettres sur les sciences...*, p. 83.
68. *Ibid.*, p. 85.
69. *Ibid.*, p. 70-71.