

Zeitschrift:	Revue de Théologie et de Philosophie
Herausgeber:	Revue de Théologie et de Philosophie
Band:	22 (1934)
Heft:	93
 Artikel:	Un aperçu de la physique d'Aristote
Autor:	Gagnebin, Samuel
Kapitel:	2: Quelques résultats intéressant le physicien
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-380264

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

différent pour chaque chose, et qui n'est pas au gré de la fortune. Ce terme est constant pour chacune d'elles à moins d'empêchement (192 b, 21-22 ; 199 b, 15-18).

Cependant la nature comporte une part de contingence du fait qu'elle est double, étant matière et forme. Les monstres résultent d'une impuissance de la nature comme forme à dompter la nature comme matière. Le meilleur exemple que nous puissions imaginer pour comprendre la nature est celui de l'homme qui se guérit lui-même ; la nature lui ressemble (199 b, 30-31).

DEUXIÈME PARTIE :

QUELQUES RÉSULTATS INTÉRESSANT LE PHYSICIEN

§ 1. LA CONTINUITÉ DE L'UNIVERS FINI. — Nous venons de dessiner le cadre logico-biologique utilisé par Aristote pour classer les faits d'observation. La physique n'a jamais été conçue par lui comme une théorie constructive capable de déterminer d'avance le résultat d'une expérience. Elle sert à mettre en ordre ce que l'expérience nous donne⁽¹⁾, comme le remarque Henri Carteron dans son ouvrage sur *La notion de force dans le système d'Aristote* auquel nous nous référons souvent dans l'exposé qui va suivre. Il faut aussi avertir le lecteur qu'il y a quelque chose d'arbitraire à nous borner au monde des choses inanimées qui intéresse spécialement le physicien moderne et qu'Aristote ne sépare jamais dans ses ouvrages le monde inorganique du monde organique, ces deux mondes obéissant aux mêmes principes. Nous commencerons par examiner comment ces principes l'amènent à affirmer la continuité matérielle de l'Univers et ses limites.

A. LA THÉORIE DU LIEU. On ne peut comprendre les raisons alléguées par Aristote dans ce domaine, si l'on ne possède les éléments de sa théorie du lieu. On reconnaît l'existence du lieu, nous dit Aristote, lorsqu'on fixe son esprit sur le phénomène du *remplacement* (208 b, 2) ; par exemple, de l'eau remplacée dans un vase par de l'air, l'air vient dans le lieu où était l'eau. Le lieu concerne donc les choses mobiles

⁽¹⁾ H. CARTERON, *op. cit.*, p. 140.

(212 b, 29). D'ailleurs, il est distinct des choses qui y entrent et qui en sortent en se remplaçant (208 b, 7-8), et il est séparable de ces corps (209 b, 24).

Le lieu comporte en plus des déterminations comme le haut, le bas, la droite, la gauche, l'avant, l'arrière. Ces déterminations sont relatives à la position que nous occupons pour tout ce qui nous concerne, ou concerne notre pensée. Ainsi les objets mathématiques peuvent être considérés à notre droite ou à notre gauche, mais ils n'ont, par eux-mêmes, aucune de ces déterminations. Dans la nature, il en est autrement. Chaque détermination est définie absolument : ainsi, il y a un haut et un bas qui diffèrent non seulement par leur position, mais par leur *puissance*. En effet, le haut est le lieu où le feu et le léger sont transportés, le bas, le lieu où les choses pesantes et terreuses sont transportées (208 b, 8-25).

La question du lieu présente une difficulté particulière, car si l'on considère le lieu comme l'enveloppe du corps il apparaîtra comme la *forme* de celui-ci et, si on le considère comme ce par quoi la grandeur du corps est déterminée, il apparaîtra comme la *matière de la grandeur* (209 b, 3-4). Cependant, le lieu ne peut être ni forme ni matière, puisque la forme ni la matière ne sont séparables du corps (209 b, 23).

D'autre part, le lieu n'est pas non plus l'intervalle occupé par le corps, car il faudrait alors donner à l'intervalle une existence en soi et l'on tomberait dans toutes sortes de contradictions, le lieu serait dans un autre lieu, et cela à l'infini, comme le remarque Zénon (209 a, 23-24) ; d'autre part, plusieurs lieux se pénétreraient (211 b, 25).

Aristote définit donc le lieu de la même manière que le point, c'est une limite, celle du corps enveloppant, le corps enveloppé étant transportable. D'ailleurs, lorsque le corps mobile est transporté, le lieu qu'il occupait reste immobile et c'est un autre corps qui vient l'occuper. Il faut donc définir le lieu comme la *limite immobile, immédiate de l'enveloppe*.

Mais comment expliquer la puissance du lieu ? Cette puissance, Aristote la constate comme un fait fondamental, il ne peut qu'en préciser la nature. Tout d'abord, le centre du ciel et l'extrémité du transport circulaire (celle, dit Aristote, qui est de notre côté) sont admis comme étant, pour tout, au sens éminent, l'un le bas, l'autre le haut. L'un demeure éternellement, l'autre, l'extrémité de l'orbe,

demeure en ce sens qu'elle se comporte éternellement de la même manière (*212 a*, 20-24). On pourra donc dire que la sphère universelle, le tout, ne change pas de lieu (*212 a*, 35). Certaines de ses parties se meuvent en cercles, ni vers le haut, ni vers le bas ; d'autres, celles qui subissent condensation et raréfaction, se meuvent vers le haut ou vers le bas (*212 b*, 1-2). Ainsi le tout, ne subissant aucun transport et n'ayant, comme tout, rien qui soit en dehors de lui, ne pourra pas être considéré comme ayant un lieu, ni comme étant dans un lieu.

Les parties d'un corps homogène et continu ne sont dans un lieu qu'en puissance, elles ne le seraient en acte que si on les séparait. Nous verrons d'autre part, que seules les choses *séparées et au contact* peuvent agir les unes sur les autres ; celles qui sont soudées ensemble ne forment qu'un corps et ne peuvent agir les unes sur les autres (*212 b*, 31). On peut comprendre dès lors qu'un corps qui est en contact avec des corps parents, *dans son lieu propre*, soit comme une partie dans un tout et, ne subissant pas d'action violente, soit au repos (*212 b*, 35). Ailleurs, il n'est au repos que par accident. Ce n'est pas par elle-même que la sphère terrestre est au repos, c'est parce qu'étant lourde, elle est au centre qui est au repos. Elle serait en mouvement si on l'écartait du centre (*205 b*, 11) (1).

B. L'UNIVERS EST LIMITÉ DANS L'ESPACE. Disons maintenant les principales raisons qu'allègue Aristote pour conclure que l'Univers est limité dans l'espace, non dans le temps. Il est bien entendu, remarque Aristote, que c'est dans les choses sensibles que nous nous demandons s'il y a ou non un corps infini quant à l'accroissement (*204 b*, 2-3).

Le raisonnement est fondé sur ces deux remarques : 1^o la définition d'un corps est « ce qui est limité par une surface » ; 2^o un nombre, ou ce qui a nombre, est nombrable ; si donc le nombrable peut être en fait compté, alors l'infini pourrait être parcouru (*204 b*, 8-10). Or, la définition de l'infini, applicable aux choses sensibles, est : ce qu'on peut, par nature, parcourir, mais qui ne se laisse pas parcourir et n'a pas de fin (*204 a*, 5-6). Il en résulte que le nombre ne sera pas infini en tant que séparé abstrairement.

De ces deux remarques, on peut déjà conclure que, si l'Univers est formé de corps finis, il ne peut être infini.

(1) On peut rappeler les idées de Christian Huygens sur les causes de la pesanteur. Voir E. MACH, *La mécanique*. Trad. E. Bertrand. Paris, Hermann, 1904, p. 155-156.

Il se pourrait cependant qu'il existe un corps sensible infini. Montrons que c'est physiquement inconciliable avec l'Univers que nous observons.

Supposons d'abord que le corps infini soit homogène. On pourra affirmer alors qu'une quelconque de ses parties ou sera toujours immobile, ou sera en mouvement perpétuel. Serait-elle en mouvement ? Cela est impossible ; car pourquoi le mouvement se ferait-il vers le haut ou vers le bas ou dans un sens quelconque ? Son lieu serait infini. D'ailleurs serait-elle, par impossible, en mouvement, elle le serait partout également et ne s'arrêterait nulle part (205 *a*, 13-19). Serait-elle au repos ? elle le serait également partout. L'hypothèse examinée est donc constamment contredite par les faits observés.

Supposons alors le corps infini hétérogène. Ce corps n'aura d'autre unité que par le contact. Il sera donc formé de corps dont l'un au moins sera infini puisque le tout est infini. Mais ce corps-là n'aura plus de lieu, car avoir un lieu c'est être quelque part et il est impossible qu'il soit tout entier ici ou là. Si l'on disait que ce corps a une partie ici et une partie là, il faudrait faire remarquer que dans l'infini il n'y a ni centre, ni extrémité, ni haut, ni bas. On voit qu'il est impossible d'admettre un corps infini et, en même temps, un lieu pour les corps (205 *b*, 24-30).

D'ailleurs dans le cas d'un corps hétérogène, les parties au contact agiraient les unes sur les autres. Or, quel que soit l'excès de puissance d'un de ces corps sur un autre à quantité égale, pourvu que cet excès reste nombrable, le corps infini détruirait le fini (204 *b*, 14-18).

Enfin, on ne peut pas ne pas traiter de pair le lieu et le corps. La grandeur du lieu tout entier ne peut pas dépasser celle qu'est susceptible de remplir le corps (205 *a*, 32-33). En conséquence, il n'existe pas, en acte, de corps infini (206 *a*, 7) et rien n'est infini en acte (318 *a*, 20).

Les raisons invoquées pour l'espace n'existent pas pour le temps, car, dans le temps et les générations des hommes, les parties ne subsistent pas (206 *b*, 2) et, d'une manière générale, l'infini consiste dans le fait que ce que l'on prend est toujours nouveau, ce que l'on prend étant, certes, toujours limité, mais différent. Par conséquent, il ne faut pas prendre l'infini comme un individu particulier, mais bien comme on parle d'une journée ou d'une lutte dont l'être n'existe pas à titre de substance déterminée, mais est toujours en génération et corruption, limité certes, mais différent et cela sans cesse (206 *a*, 25-32).

C. LE VIDE N'EXISTE PAS. Il s'agit de savoir s'il existe ou s'il n'existe pas d'extension différente des corps, soit comme séparable, soit comme réalisée en acte, s'étendant à travers l'ensemble de la nature corporelle et la divisant de façon à en rompre la continuité, comme le disent Leucippe, Démocrite et beaucoup d'autres physiologues, ou s'étendant à l'extérieur de l'ensemble de la nature corporelle qui resterait continue (213 a, 32-213 b, 1). En d'autres termes, il s'agit de savoir s'il existe *un lieu sans corps* (213 b, 34).

Aristote a déjà démontré l'impossibilité de cette hypothèse en remarquant que le lieu ne peut être un *intervalle substantiel* (214 b, 27) (voir p. 306).

Malgré cette conclusion décisive, il examine si l'existence du mouvement n'implique pas l'existence du vide et il va montrer que, non seulement l'existence du vide n'est pas impliquée par celle du mouvement, mais qu'elle rend le mouvement incompréhensible.

Tout d'abord, l'existence du vide amènerait les mêmes difficultés que celles qui ont été constatées à propos du corps homogène infini, car vers quoi le mouvement se produirait-il ? Le vide, comme tel, ne comporte aucune différence et le haut n'y diffère en rien du bas (215 a, 9). S'il n'y a pas pour chaque corps un mouvement naturel, il n'y en aura pas non plus de forcé, car le mouvement violent suppose le mouvement naturel et ne peut être défini que comme son contraire (215 a, 3-4). D'ailleurs, le mouvement d'un projectile serait impossible, car il faut dans tous les cas un véhicule pour tous transports. Rien n'expliquerait, en outre, que le projectile s'arrête ; il serait transporté à l'infini, si rien de plus fort ne l'arrête (215 a, 18-22).

C'est encore à propos de la question du vide qu'Aristote précise les conditions du mouvement dans un milieu. Ce mouvement dépend à la fois du milieu et du mobile.

Voyons d'abord l'effet du milieu. Celui-ci agit comme un obstacle, surtout quand il est mû en sens contraire, mais aussi quand il est au repos. C'est une question de *densité*, car plus un milieu est dense, moins il est facile à diviser (215 a, 31). Aristote affirme une proportionnalité entre la rareté du milieu et la vitesse du corps qui le traverse, toutes choses égales d'ailleurs. Mais alors le vide n'ayant aucune proportion avec aucun corps, si petite soit la densité de celui-ci, le rapport des vitesses n'existera plus, car le quotient par zéro d'un nombre fini n'existe pas (215 b, 15-16). Si donc on affirmait qu'un intervalle vide était traversé en un temps donné, il faudrait nier qu'un

intervalle plein d'une substance, aussi rare soit-elle, puisse être traversé (216 a, 8-10).

Voyons ensuite l'effet du mobile. Un mobile peut différer par la figure et par la force. L'expérience montre que les corps de même figure mais dont la force est plus grande, soit en pesanteur, soit en légèreté, traversent plus vite un espace égal et dans la proportion que les grandeurs ont entre elles (216 a, 14-16). On comprend cela dans les choses pleines, car un corps de puissance supérieure divise plus vite. Dans le vide, tous les corps auraient donc la même vitesse. Mais c'est impossible (216 a, 20).

Enfin, nous donnons encore un argument d'Aristote parce qu'il fait intervenir la notion de masse : Si l'on plonge un cube solide dans l'eau ou dans l'air, il déplacera une quantité d'eau ou d'air égale au cube et ce déplacement aura lieu vers le haut ou vers le bas, suivant la nature du fluide déplacé. Mais pour le vide, cela ne se pourrait, et dès lors le vide, ne pouvant se déplacer, devrait pénétrer le cube. Admettons cette hypothèse, et supposons alors qu'on enlève au cube solide toutes ses affections : le chaud, le froid, le lourd, le léger ; il resterait la masse du cube. Si donc le vide existait, la masse du cube ne différerait en rien d'un vide égal ; mais pourquoi alors toutes les choses en nombre quelconque ne coïncideraient-elles pas ? De plus, en changeant de place, ce corps, comme c'est général, conserve sa masse, et alors le vide, ou le lieu séparé, semble un dédoublement inutile de la masse du corps (216 b, 15).

D. LE DENSE ET LE RARE. Les partisans du vide peuvent encore faire ce raisonnement : des quantités déterminées d'eau donnent lieu à des quantités d'air qui sont dans un rapport fixe, mais plus grandes. Dès lors, ou le tout devra se mouvoir par gonflement, ou, pour chaque quantité d'eau transformée en air, il devra y avoir parallèlement une égale quantité d'air transformée en eau afin que la masse totale soit constante (217 a, 17). Or, ces conséquences seraient évitées si l'on admettait l'existence du vide. Le plus rare s'expliquerait facilement par un vide intérieur et la condensation par la diminution de ce vide.

A cette objection Aristote répond en donnant sa propre théorie. Le chaud, le froid, le rare, le dense et les autres affections ont une matière unique. La génération se produit par un passage de l'existence en puissance à l'existence en acte. La matière n'est pas séparable mais diffère par l'essence et reste numériquement une. Pour un corps

passant du petit au grand, c'est la matière, sans addition de rien, qui s'accroît en volume ; et lorsque l'air devient par génération une *masse plus petite*, c'est encore la matière qui, grande en puissance, devient petite en acte. Ainsi c'est la même matière qui est dense ou rare et qui peut être affectée des deux qualités (217 b, 10). Or le dense et le rare sont causes efficientes du transport (217 b, 24-25).

§ 2. LE CHANGEMENT LOCAL.

A. L'UNITÉ DU MOUVEMENT. Nous voici parvenu au centre de notre étude, car c'est bien, en premier lieu, à l'étude du mouvement qu'est consacrée la *Physique* d'Aristote. Cependant on se rappelle que sous le terme de mouvement sont rangés les changements tels que l'accroissement et l'altération. Nous nous bornerons ici au changement local qui, théoriquement, est le plus important puisqu'il est impliqué par les autres.

Platon n'avait consacré aucune étude systématique au mouvement. Les analyses critiques de Zénon étaient restées sans réponse et Aristote comprenait que sans cette réponse l'étude de la nature n'était pas abordable. Il s'agissait donc pour lui de saisir le mouvement dans son unité spécifique. Sans doute, comme nous allons le voir, il s'est aidé de l'analyse du continu qui avait été élaborée par les mathématiciens, mais c'est au domaine de la logique qu'il a emprunté ses notions fondamentales. En effet, parler du passage de la puissance à l'acte, c'est faire intervenir la matière et la forme ; or ces notions jouent déjà un rôle fondamental dans l'étude du syllogisme sous le nom de genre et d'espèce. Si donc on suit l'inspiration génératrice de la pensée d'Aristote, on voit sa réflexion passer progressivement du domaine des mathématiques à celui de la logique et du domaine de la logique à l'étude de la physique.

Il s'agit cependant d'une conception précise et pour cela, il ne suffit pas de s'arrêter au cadre logique général d'une relation primitive et irréductible du potentiel à la forme actualisée.

Avant de définir l'unité spécifique du mouvement, Aristote en distingue les éléments : le *moteur*, puis le *mû* (le mobile est le *mû* en puissance et celui-ci est le mobile en acte), le *domaine du mouvement* où sera distingué le *terme initial* et le *terme final*, enfin le *temps*. Dans le cas du changement local ou transport, le domaine du mouvement est le lieu ; dès lors les éléments seront le moteur, le mobile, les termes du mouvement, le temps.

Aristote s'est longuement arrêté à ce dernier élément (livre IV, 10-14 ; 217 b, 29 — 224 a, 17) et ce n'est pas à cause de son manque d'intérêt que nous laissons de côté cette étude. Qu'il nous suffise de dire que le temps est le même pour tous les mouvements. Il y a, dit Aristote, mesure du temps par le mouvement et mesure du mouvement par le temps, parce que c'est au temps, sur un mouvement déterminé, que se mesure la quantité du mouvement et du temps (223 b, 15-16). Nous mesurons en effet le temps au mouvement de la sphère céleste (223 b, 22).

L'unité du mouvement implique l'unité de chacun des éléments distingués. Ainsi il faut que l'unité du domaine soit réalisée. Si un mobile animé d'un mouvement local subit, par le choc, une modification dans sa température, l'unité du mouvement n'existe plus. L'unité du temps comporte qu'il n'y ait pas d'arrêt au cours du mouvement.

Quant à l'uniformité du mouvement (*όμοιοτης*), elle est réalisée, en ce qui concerne la trajectoire, par le mouvement rectiligne et le mouvement circulaire, mais non pas par le mouvement en ligne brisée, ni en hélice, où l'on ne peut faire coïncider les parties (228 b, 25). L'uniformité concerne également le régime ; si la vitesse est la même, le mouvement est uniforme, sinon, non. L'uniformité n'est pas nécessaire pour l'unité du mouvement.

L'unité du mouvement implique au contraire sa continuité (228 a, 21). Nous devons donc exposer succinctement l'analyse qu'Aristote fait du continu : le *consécutif* (227 a, 1) est ce entre quoi il n'y a aucun intermédiaire du même genre. *Le contigu* (227 a, 6) est ce qui, étant consécutif, est en outre en contact. *Le continu* est dans le genre contigu, et se produit lorsque les extrémités sont une et non plus deux. Il se trouve dans les choses dont la nature est de ne plus faire qu'une, lorsqu'elles sont en contact (227 a, 13-15).

D'après les définitions indiquées, il est impossible qu'un continu soit composé d'indivisibles (231 a, 24). En effet, dans une chose indivisible et sans parties il ne saurait y avoir une extrémité, puisque l'extrémité est distincte de ce dont c'est l'extrémité ; il faudrait distinguer des parties dans l'indivisible. Nul continu n'est divisible en choses sans parties, en indivisibles. Le continu est divisible en parties toujours divisibles (231 b, 11-15).

Ainsi, il n'y aura plus consécution entre un point et un point, un instant et un instant, de façon à faire du point ou de l'instant la longueur ou le temps (231 b, 6-7).

Du fait que la trajectoire est continue Aristote déduit que le mouvement est continu, sans quoi il serait fait de mouvements achevés, et, comme le mouvement serait achevé en chaque point, le mouvement serait fait de repos. Puis Aristote démontre que le temps est aussi divisible en parties toujours divisibles, et, de plus, qu'il y aura même division pour le temps et pour la grandeur. Ainsi une longueur bornée sera parcourue en un temps borné, puisque la longueur, comme le temps, sont des infinis selon la division⁽¹⁾.

Si on admet d'autre part qu'un instant est indivisible, il faudra conclure que rien ne se meut dans l'instant (234 a, 24) car, si l'on admet qu'un mobile puisse avoir diverses vitesses en un instant, il faudra diviser l'instant. Mais dans l'instant, il n'y aura pas non plus repos (234 a, 32) car, pour qu'il y ait repos, il faut que le mouvement soit possible.

Cette analyse ruine les objections de Zénon qui se fondent sur l'existence *en acte* des points et des instants dans le mouvement⁽²⁾. Elle aboutit en outre à cette proposition qu'il est impossible de considérer l'un sans l'autre le mouvement déjà achevé et le mouvement en train de se faire, car on voit que, forcément, ce dont la génération est accomplie a été en train de s'engendrer, et que ce qui est en train de s'engendrer a déjà été engendré ; la raison dernière en est que jamais une chose sans parties n'est contiguë à une chose sans parties (237 b, 3-7).

Aristote ajoute à cette analyse mathématique, correcte étant données ses définitions du point et de l'instant, une argumentation de nature logique (264 a, 8) qui va l'amener à une proposition apparaissant comme le fondement véritable de sa physique : « Pour tout ce qui est mû d'une façon continue et sans être détourné par rien, le point où il est parvenu selon le transport est celui vers lequel aussi il était transporté d'abord ; par exemple, s'il est parvenu en B, c'est qu'il était transporté vers B, et cela non pas seulement quand il en était près, mais dès le début de son mouvement ; pourquoi, en effet, maintenant plutôt qu'auparavant ? » (264 a, 9-13).

Il résulte de là que le dernier terme du mouvement joue nécessairement un rôle unique dans tout le mouvement et fait partie de son

(1) Cette conclusion n'est pas fondée : on conçoit le mouvement d'un mobile qui parcourrait un espace limité en un temps infini ; par exemple, le mouvement de l'équipage mobile d'un galvanomètre dont la résistance a la valeur critique. —

(2) On voit qu'Aristote est aussi opposé que Zénon à la théorie pythagoricienne du nombre-point. Cf. P. TANNERY, *op. cit.*, p. 260.

unité. On comprend facilement que cette proposition introduise la finalité dans la mécanique même⁽¹⁾.

De cette proposition Aristote tire l'un de ses arguments en faveur de la supériorité du mouvement circulaire sur le mouvement rectiligne : dans le changement qui affecte la qualité ou la grandeur, le mouvement a lieu entre des termes contraires. Ainsi la croissance d'un animal l'amène à une forme achevée qui dépend de la nature propre du sujet. Dans le transport il n'en est plus ainsi, car il n'est pas *toujours* limité par des contraires (241 b, 3) et, d'autre part, un mouvement ne peut parcourir l'infini. Dès lors, dans le mouvement selon le lieu, le contraire est ce qui est le plus éloigné en ligne droite ; celle-ci est la plus courte distance entre deux points et sert ainsi de mesure (226 b, 32-33). Tout mouvement en ligne droite comportera donc un arrêt (264 a, 20). Il n'en est pas de même du mouvement circulaire, car ce qui est transporté à partir de A sera du même coup transporté vers A en vertu d'une même tendance, vu que le point où il doit arriver est celui vers lequel il se meut, sans que pour cela les mouvements contraires ou les opposés coexistent (264 b, 10-13). Or un arrêt rompt l'uniformité du mouvement et assurément le mouvement non-uniforme est *un* dans le cas où il est continu, mais il l'est moins (229 a, 1). Aristote remarque que le mouvement sur un arc de cercle limité a le même défaut que le mouvement en ligne droite.

B. LE MOTEUR MÛ. Dans le mouvement, la matière, c'est le mû ; la cause formelle, c'est le domaine et les termes ; la cause finale, le dernier terme. Ainsi, dans le changement local, la cause formelle est le lieu ; la cause matérielle, le mobile en acte ; la cause finale, le but visé ou le lieu propre.

Il reste à étudier la cause efficiente : le moteur.

L'étude du moteur doit commencer par l'étude de la relation de l'agent au patient, car pour être en acte, un moteur *doit* faire passer le mobile à l'acte, c'est-à-dire transformer le mobile en mû. Il y a un seul acte pour l'un et l'autre également (202 a, 18). Ainsi pour étudier un moteur, il faut toujours connaître le mobile.

(1) Il faut rappeler que, dans la logique d'Aristote, le tout n'est pas la somme des parties puisqu'il possède certaines qualités (forme) qui ne se retrouvent pas dans les parties. Les parties sont au tout ce que les moyens sont à la fin (cf. p. 289). Ainsi les concepts de totalité, de forme, de fin sont liés logiquement comme le fait remarquer Kant à propos de la distinction du jugement déterminant et du jugement réfléchissant. (*Kritik der Urteilskraft*, éd. Reclam, p. 17-18.)

Une première remarque au sujet du mobile est qu'il ne peut se réduire à un point. Un point est une limite et n'est mû que par accident, c'est-à-dire comme appartenant à un mobile continu. Nul mobile n'est sans parties (240 b, 31) ⁽¹⁾.

Un mobile peut être mû de trois manières :

1. *par accident*, comme une partie d'un mobile, un homme assis sur un bateau ;

2. *par l'une de ses parties*, comme on dit qu'un homme se meut lorsqu'il lève la main ;

3. *en soi*, lorsqu'il est mû tout entier (226 a, 20).

C'est ce dernier cas que nous considérons.

Alors, de deux choses l'une, ou le mobile se mouvra de lui-même, ou il sera mû par quelque autre chose.

Mais un mobile ne peut se mouvoir tout entier de lui-même, car il serait à la fois transporté et transportant. Or pour qu'un moteur agisse sur un mobile et le fasse passer à l'acte, il faut que ce moteur ait d'abord passé de la puissance à l'acte.

Seules les choses actuelles sont causes des actualisées (195 b, 28). Ainsi le mobile qui se mouvrait lui-même tout entier serait, en même temps et sous le même rapport (257 b, 10) puissance et acte, ce qui est logiquement impossible.

Il résulte de là que, dans ce qui se meut soi-même, comme les animaux, il y a nécessairement une partie qui meut et une autre partie qui est mue (257 b, 13).

Dès lors, le second terme seul de l'alternative est possible et il y aura toujours un mû et un moteur distinct, extérieur au mû. Tout ce qui est mû est mû par quelque chose (256 a, 2).

Il se peut que le moteur soit lui-même un mobile mû. Dans ce cas, il ne fera que transmettre le mouvement et sera un *moteur-mû*.

Ce moteur prochain pourrait être à son tour mû par un moteur-mû et ainsi de suite. De sorte qu'il y aurait une chaîne de mobiles se transmettant le mouvement.

Mais, d'autre part, il est impossible, dit Aristote, que la série des moteurs qui sont eux-mêmes mus par autre chose aille à l'infini,

(1) Aristote en donne plusieurs raisons que nous ne pouvons examiner et qui reviennent à affirmer qu'un mobile doit occuper un espace, parce que tout ce qui change est divisible ; cette affirmation entraîne celle de l'immobilité de la terre, au centre du monde. Il semble que Duhem ne l'ait pas eue présente à l'esprit. Cf. *op. cit.*, I, p. 220.

puisque dans les séries infinies il n'y a rien qui soit premier. Si donc, tout ce qui est mû l'est par quelque chose, et que le premier moteur tout en étant mû ne l'est pas par autre chose, il est nécessaire qu'il soit mû par soi (256a, 17-20). C'est d'ailleurs ce que nous constatons : le vent renverse, ou par lui-même, ou par la pierre qu'il a poussée. Le bâton ne peut mouvoir que mû par un homme ; il en est de même du levier et de la main (256a, 23-25).

Cette proposition contredit cependant celle-ci qu'un mobile ne peut se mouvoir par lui-même. Remarquons alors que le premier moteur de la série *ne transmet* pas le mouvement et, en tant qu'il n'est pas ce par quoi se transmet le mouvement, le moteur est immobile (256b, 20).

Il faut inférer de ces propositions l'existence de moteurs non-mus, de moteurs immobiles. La cause première du mouvement est donc toujours un moteur immobile. C'est là une des propositions fondamentales de la *Physique* d'Aristote.

Un autre aspect de la transmission du mouvement est la nécessité d'un *contact* entre moteur et mû. Aristote établit cette proposition par induction en examinant le transport par traction, par poussée, par portage et par roulement (liv. VII, 2 ; 243b, 15-244b, 1). Tout contact entre des choses séparées suppose que ces choses sont actives et passives mutuellement (liv. VIII, 4 ; 255a, 13-14).

Quant à la réaction du mû sur le moteur, de l'agent sur le patient, elle doit être considérée comme de règle, mais non pas comme absolument nécessaire. Il n'est pas nécessaire que le mobile-mû meuve en retour (257b, 22). Aristote affirme en effet l'existence de cas où le moteur touche simplement le mobile, sans que ce qui est touché touche ce qui le touche ; pour le faire comprendre, il dit que celui qui nous fait de la peine nous touche, mais que nous ne le touchons pas (*De la gén. et de la cor.* I, 6, 323a, 27-32). Cette absence de réaction est de règle, au contraire, dans la transmission du mouvement entre les choses incorruptibles.

D'après les propositions qui viennent d'être rappelées, on voit qu'il serait contraire à la pensée d'Aristote d'assimiler un moteur, même immobile, à une force statique. Le rapprochement entre moteur et force statique a été établi pour la première fois par Galilée⁽¹⁾.

Du reste, pour comprendre le sens de ces propositions, il faut se

(1) E. JOUGUET, *Lectures mécaniques*. Paris, Gauthier-Villars, 1924, t. I, p. 102, s.

rappeler qu'Aristote les étend à tous les changements. Ainsi, l'exemple qu'il donne d'un mobile ne pouvant se mouvoir tout entier de lui-même est celui du chaud en acte qui est moteur du chaud en puissance (255 a, 23). Seul le chaud peut échauffer.

C. LE MOUVEMENT VIOLENT. Aristote désigne sous ce terme les mouvements contraires à ceux qu'offre la nature. Par exemple, une chose lourde est élevée, un projectile est lancé, de la matière ignée est abaissée, de l'air placé dans des outres est couvert d'une certaine épaisseur d'eau, etc. Dans ces mouvements les moteurs sont séparés et c'est pourquoi Aristote les étudie avant le mouvement naturel dont le moteur n'est pas évident. Cependant, les mouvements violents supposent le mouvement naturel et ne s'expliquent pas sans lui. Ils se composent avec lui. Aristote se sert constamment de la composition des mouvements sans donner grande précision à cet égard et sans être toujours parfaitement clair.

Dans le livre VII de la *Physique*, après avoir défini les mouvements comparables, comme ceux qui se produisent sur des trajectoires de même figure et dans des milieux de même espèce, il ajoute : Seront de même vitesse les choses mues de la même grandeur dans le même temps ; j'entends par *le même* ce qui est indistinct sous le rapport de l'espèce et cela le sera également sous le rapport du mouvement (249 a, 19-21). Il énonce ensuite les lois qui sont restées célèbres et ont été rapprochées, beaucoup plus tard, du principe des vitesses virtuelles.

Ces lois sont contenues dans le tableau suivant où **A** est la puissance du moteur ; **B** la grandeur du mû ; **Γ** la grandeur selon laquelle il est mû ; **Δ** le temps dans lequel il est mû. La puissance du moteur est aussi appelée force (*δύναμις, ισχύς*) et le mobile est mesuré par son poids (*βάρος*).

Force	Poids	Espace	Temps
A	B	Γ	Δ
A	$\frac{1}{2}B$	2Γ	Δ
A	$\frac{1}{2}B$	Γ	$\frac{1}{2}\Delta$
A	B	$\frac{1}{2}\Gamma$	$\frac{1}{2}\Delta$
$\frac{1}{2}A$	$\frac{1}{2}B$	Γ	Δ

Si on généralise ces indications, la loi énoncée s'exprimerait en disant que la force est proportionnelle au produit du poids (ou de la masse) du corps transporté par la vitesse acquise.

On trouve dans le *de Cælo* que, dans le choc de deux corps, l'effet est le même lorsque le produit de la vitesse par le poids du corps est le même. « La vitesse du plus petit sera à celle du plus grand, comme le plus grand est au plus petit. » (301b, 4-13).

Dans l'exemple du halage des bateaux, qu'Aristote propose à l'occasion d'une remarque qui suit, on vérifie approximativement cette loi lorsque la vitesse est constante et pas très grande. Car alors le poids du bateau augmente la surface de frottement et la résistance de l'eau est proportionnelle à la vitesse. Donc, pour entretenir le mouvement du bateau, il faut une force sensiblement proportionnelle, à la fois, à la vitesse et à la masse du bateau.

Cette loi s'applique également au levier droit, lorsque la force a un bras de levier invariable et que le poids du corps est suspendu à diverses distances du point d'appui. Le moment statique du poids du corps sera constant et égal à celui de la force si le produit de ce poids par sa vitesse est constant. En augmentant, en effet, le bras de levier du poids suspendu, on augmente dans la même proportion la vitesse de déplacement de ce poids, elle-même proportionnelle au rayon de la trajectoire circulaire qu'il décrit. De cette façon, le produit du poids par la vitesse du mobile est proportionnelle à la force appliquée.

Malheureusement, la loi générale énoncée dans la *Physique*, livre VII, est donnée sans aucune de ses applications et l'on peut se demander si Aristote a établi les rapprochements que nous indiquons. L'exemple du levier est utilisé deux fois dans la *Physique*, d'abord comme exemple du moteur violent (255a, 22) ; ensuite pour faire comprendre comment le principe moteur des animaux fait usage de leur corps dans lequel il est logé comme dans un levier (259b, 20), Aristote se sert ailleurs de l'image du pilote agissant sur le gouvernail de son bateau (254b, 30).

Dans les *Mechanica*, qui sont généralement attribués à des disciples immédiats d'Aristote, mais que H. Carteron croit d'Aristote lui-même, les effets merveilleux du levier sont attribués à sa similitude avec le cercle. Il semble que l'inertie dans le mouvement circulaire ait vivement frappé l'imagination d'Aristote : « selon certains, le cercle est toujours en mouvement, de même que les choses, en repos, opposent au mouvement une force contraire »⁽¹⁾. D'ailleurs, les *Mechanica* expliquent la loi du levier par la proportionnalité des poids

⁽¹⁾ Passage cité par H. CARTERON, *op. cit.*, p. 25.

suspendus aux composantes centripètes des mouvements que leur imprime le levier. Cette proportionnalité se vérifie en effet pour les petits mouvements.

Après l'énoncé des relations que nous venons d'examiner, Aristote fait la remarque à propos de laquelle il cite l'exemple du halage des bateaux, remarque qui s'applique effectivement lorsque le bateau est tiré sur le sable, c'est-à-dire lorsqu'il est soumis au frottement solide : il arrive en effet que si c'est la force entière qui a mû de telles quantités, sa moitié ne mouvra ni de telles quantités, ni en tel temps que l'on voudra, vu qu'un seul homme pourrait mouvoir le bateau, si l'on divisait la force totale des haleurs, selon leur nombre (250 a, 14-19). Le terme employé par Aristote pour indiquer ce halage, *νεωλκέω*, signifie effectivement tirer les navires à sec. L'observation exacte d'Aristote s'accordait d'ailleurs très naturellement avec les principes de sa philosophie ; prise en elle-même, la partie ne meut même pas autant que lorsqu'elle est dans le tout ; car elle n'est rien, si ce n'est en puissance dans le tout (250 a, 22-24). Aristote rattache à cette remarque le cas d'une altération telle que la congélation (253 b, 25) qui se produit d'un bloc. Il oppose ces faits à la théorie du mouvement perpétuel et universel qui échappe toutefois à notre perception. Il remarque l'absence des altérations, dureté, etc. (253 b, 30), que devraient produire les mouvements locaux s'ils se continuaient toujours, dans un autre genre, en disparaissant (253 b, 30).

On peut donc conclure que les règles énoncées par Aristote sont basées sur une observation précise, mais qu'elles sont généralisées sans une discussion suffisante des cas particuliers.

A propos du mouvement d'un projectile dans l'air, Aristote indique deux explications : celle des tourbillons ou effets des retours en contre-coup, et celle qui consiste à douer l'air d'une force propre que le mouvement initial déclencherait, mais qui n'empêcherait pas l'air d'offrir, d'autre part, une résistance au mouvement. Il ne fait guère que citer la première de ces explications et il la réfute (267 a, 17), tandis qu'il analyse avec soin la seconde qui paraît le faire davantage. Comme le remarque Carteron, si Aristote avait constaté certains effets de l'inertie, il n'avait cependant aucune idée du principe général de l'inertie qui n'a été compris qu'à partir de Descartes. Il faut au mouvement un moteur en acte, en contact avec le mû. Le premier moteur, la main, déclenche l'effet d'un principe moteur qui réside dans l'air ou parfois dans l'eau (267 a, 3-4 ; 15-16). Ces choses ne cessent pas

de mouvoir lorsqu'elles cessent d'être mues ; elles cessent d'être mues quand le moteur cesse de mouvoir, mais elles sont encore motrices à ce moment. Cependant, cet effet moteur s'atténue en se transmettant et il cesse à la fin quand l'avant-dernier moteur ne rend pas moteur, mais seulement mû, le terme qui lui est contigu (267 *a*, 9-10).

Le principe de la composition des forces est connu d'Aristote sous une forme générale : s'il y a deux forces et que chacune meuve chaque corps de tant, dans tant de temps, les forces étant composées mouvront le corps composé des deux poids d'une grandeur égale en un temps égal, car c'est la proportion (250 *a*, 25-28). Dans les *Mechanica*, on trouve le principe du parallélogramme appliqué à la composition des mouvements.

D. MOUVEMENT NATUREL. Aristote insiste à plusieurs reprises sur la difficulté de déterminer le moteur dans la question du mouvement naturel des choses inanimées (254 *b*, 33 ; 255 *a*, 1, 31). Tout d'abord les corps inanimés ne peuvent se mouvoir par eux-mêmes, cela non seulement en vertu du principe général, mais en tant que ces corps sont souvent homogènes, c'est-à-dire impassibles. D'ailleurs s'ils se mouvaient d'eux-mêmes, ils auraient aussi le pouvoir de s'arrêter (255 *a*, 7) ou de varier leurs mouvements (255 *a*, 11), ce que nous ne constatons jamais. Ainsi les choses mues par nature sont toujours mues par quelque chose. La raison dernière du mouvement de ces corps inanimés est que leur nature le veut ainsi et que c'est là l'essence du léger et du lourd, déterminée pour l'un par le haut, pour l'autre par le bas (255 *b*, 15-17).

Mais il faut encore remarquer qu'une chose peut être légère ou lourde en plusieurs sens (255 *b*, 17) car, en un sens l'eau est légère, puisqu'elle est *en puissance* de l'air, du léger. Et l'air lui-même est encore en puissance, puisqu'il peut être empêché d'être en haut et que l'acte du léger, c'est le fait d'être en un certain lieu (255 *b*, 11) ; mais quand l'empêchement est enlevé, il passe à l'acte et monte.

Il faut ainsi considérer *deux causes motrices* à savoir : 1^o l'essence ou la forme du léger et du lourd qui comporte d'être au repos dans un certain lieu, ailleurs non, si ce n'est par accident; 2^o ce qui a mû l'obstacle (255 *b*, 24-25). Ici, Aristote distingue donc une cause motrice essentielle, génératrice et efficiente (256 *a*, 1) et une cause motrice accidentelle, qui agirait comme un déclenchement ; mais

qui peut agir aussi pour changer la direction du mouvement, tel le mur qui renvoie la balle (255 *b*, 28).

Aristote dit quelque part : si les choses inanimées ont en elles un principe de mouvement, c'est un principe, non de motricité, ni d'action, mais de passivité (255 *b*, 30-31).

On peut comprendre cette action de la forme, cause efficiente du mouvement naturel, de deux façons différentes. Ainsi M. Rodier⁽¹⁾ dit : ce qui meut la terre ou le feu, c'est leur lieu naturel, en qui ils arrivent à être pleinement ce qu'ils tendent à être. Mais on peut aussi insister sur l'action mutuelle des substances, comme semble le suggérer le passage de la *Physique* que nous avons cité à propos du lieu (p. 307), «mouvement par lequel, dit Simplicius, ils ont en vue de rejoindre la masse de substance à laquelle ils appartiennent, ou bien encore la lutte que les qualités, en vue de se maintenir dans leur sujet, soutiennent contre leur contraire»⁽²⁾.

Quoi qu'il en soit de ces interprétations qui dépendent de l'importance qu'on donne à tel passage plutôt qu'à tel autre, il faut remarquer que le mouvement naturel se distingue des mouvements violents par le fait qu'il ne peut avoir pour trajectoire que la ligne droite, du moins pour les choses corruptibles, et que le mouvement rectiligne n'y est jamais uniforme : «en effet, toujours le corps qui va s'arrêter est transporté plus vite» (230 *b*, 24-25), ou «les choses mues sur une ligne droite ne sont pas transportées uniformément du commencement vers la fin ; car plus elles s'éloignent de l'état où elles sont en repos⁽³⁾, plus rapide est le transport» (265 *b*, 12-14).

Enfin, une question qui, d'après la remarque de H. Carteron, a beaucoup préoccupé Aristote, est celle de la *densité relative*. Le poids ou la force ascensionnelle ne sont proportionnels à la quantité du corps transporté que dans les limites d'un genre : une petite quantité de terre est toujours plus lourde qu'une quantité de feu si grande soit elle. De même un morceau de bois peut être plus lourd dans l'air qu'un morceau de plomb, et cependant plus léger que lui dans l'eau. Ce dernier fait est expliqué par la quantité d'air contenue dans le bois, quantité qui est lourde dans l'air et légère dans l'eau⁽⁴⁾.

La question de la densité de l'air a occupé particulièrement Aristote ; d'après un passage de *De la génération et de la corruption* (333 *a*,

(1) Cité par O. HAMELIN, *op. cit.*, p. 146. — (2) Cité par O. HAMELIN, *op. cit.* p. 156. — (3) Il ne s'agit pas ici du repos naturel mais d'un repos forcé. — (4) CARTERON, *op. cit.*, p. 43. L'auteur cite *De cælo*, IV, 4.

22-23) il suppose que la quantité d'air qui correspond à une quantité d'eau a dix fois plus de volume et dans les *Mechanica* est décrite une expérience sur le poids d'une outre vide, puis gonflée d'air, qui n'a donné aucun résultat et qui ne pouvait pas en donner un.

Ainsi, les genres de matière sont qualitativement différents et c'est à l'intérieur des genres que la force est proportionnelle à la quantité.

§ 3. LA GÉNÉRATION ET LA CORRUPTION.

A. L'HYPOTHÈSE DES ATOMES. La question du mouvement naturel du corps inanimé ne serait pas traitée complètement, si nous ne nous arrêtons pas à la question du changement substantiel qui produit le rare et le dense, causes efficientes des mouvements vers le haut et vers le bas. La question des changements substantiels est traitée dans un petit ouvrage en deux livres intitulé *De la génération et de la corruption*.

Il s'agit de distinguer ce changement de l'altération et de l'accroissement, de manière à mettre en évidence son caractère spécifique et à en déterminer la cause efficiente.

Aristote commence par discuter l'hypothèse des atomes. Il rattache cette hypothèse aux idées des Eléates : Ces philosophes, dit-il, dépassant la sensation et la dédaignant, dans la pensée qu'il faut s'en tenir au raisonnement, prétendent que l'univers est un et immobile et même, ajoutent certains, infini, puisque toute limite finirait au vide (325 a, 12-16). Cette opinion se heurte à l'expérience la plus commune et, pour réduire l'opposition, Leucippe imagina l'hypothèse des atomes. Il concède aux Eléates que l'être est un et entièrement plein ; cependant la diversité que nous observons s'explique par une multiplicité d'êtres indivisibles et invisibles en raison de la petitesse de leur masse. Ils se meuvent dans le vide et diffèrent seulement les uns des autres par leurs figures (325 b, 19).

Aristote remarque que la doctrine d'Empédocle se rapproche de cette hypothèse par la théorie des pores et que, dans le *Timée*, Platon énonce un mythe qui n'est pas sans rapport avec les idées de Leucippe. Tandis que les atomes de Leucippe sont des corps solides, les figures de Platon sont planes et leurs formes sont de deux sortes seulement et triangulaires.

Mais c'est surtout Démocrite dont Aristote discute les théories

plus précises et mieux adaptées à l'explication des choses naturelles.

Aristote reconnaît les avantages de l'hypothèse des atomes. Le problème dont nous nous occupons est ainsi très facile à résoudre, car la génération et la corruption se produisent par la réunion et la séparation des atomes qui peuvent entrer en contact pour former les diverses espèces de corps que nous connaissons. L'ordre dans lequel ces atomes se réunissent, ainsi que la figure de ceux-ci, permettent de comprendre la variété des sensations qu'ils produisent sur nous. Un changement dans cet ordre explique une altération. Quant à l'accroissement, il se comprend par l'augmentation des vides qui séparent toujours partiellement les atomes (315 b, 5-10). La variété infinie des effets produits par les arrangements des atomes est comparée par Aristote à la diversité des tragédies et des comédies écrites au moyen des mêmes lettres (315 b, 14).

L'hypothèse des atomes semble aussi rendre compte de la transparence de certains corps et de l'existence des mixtes. Deux corps se mélangent facilement lorsqu'ils peuvent se pénétrer mutuellement grâce à la petitesse des atomes et aux vides qui les séparent.

Cependant Aristote reproche à l'hypothèse des atomes d'admettre l'existence de corps possédant une grandeur limitée et indivisible. Son réalisme mathématique ne lui permet pas de voir autre chose qu'une pure fiction dans cette limite arbitraire de la grandeur. De plus, comment expliquer par cette hypothèse les diverses propriétés telles que la chaleur, la dureté, ainsi que la grandeur, organiquement limitée, des corps et leur action mutuelle ?

Démocrite, qui semble plus préoccupé que les autres atomistes d'expliquer le détail des faits, a bien imaginé des atomes sphériques ayant la propriété particulière d'être chauds, mais alors il reste très difficile d'expliquer comment le poids du corps ne change pas avec sa température. De plus, Démocrite n'a trouvé aucune explication de la dureté et des autres propriétés. D'ailleurs, si chacune des propriétés que nous observons doit s'expliquer par une figure particulière des atomes, on pourra se demander si leur substance est encore une. Pourquoi les propriétés des atomes ne dépendraient-elles pas de leur masse aussi bien que de leur figure (326 a) ?

Devant ces difficultés, Aristote en revient à son hypothèse de la continuité, et il va s'attacher à résoudre le problème de la génération et de la corruption au moyen de cette théorie.

B. HYPOTHÈSE DE LA CONTINUITÉ. Aristote commence par avouer les difficultés de l'entreprise. Si l'on admet que les corps sont indéfiniment divisibles, il faudra admettre qu'on puisse les résoudre en une sciure (316 *a*, 35) ayant perdu toutes les propriétés du corps, de telle sorte que le corps se sera évanoui dans l'incorporel (316 *b*, 25). On serait donc conduit à admettre que les corps sensibles contiennent des grandeurs indivisibles. Mais Aristote montre que de l'hypothèse de la continuité il ne résulte pas qu'on puisse diviser infiniment un corps, ni même qu'on doive concevoir cette division comme réellement possible ; en effet, dans la continuité, un point n'est pas consécutif à un autre point ; il nous est donc impossible de diviser le corps par des *divisions contiguës*. Il restera toujours des parties du corps non divisées, car une grandeur n'est pas composée de non-grandeurs (317 *a*, 9-12 ; 316 *b*, 5).

De ce point de vue, la différence entre la génération ou la corruption et, d'autre part, l'altération viendra de ce que, dans l'altération, *le sujet* (ou matière) *sensible* demeure le même, alors que certaines de ses qualités passent d'un contraire à un autre, d'un intermédiaire à un autre intermédiaire ; dans la génération, le changement porte sur la chose *prise comme un tout* de telle sorte que rien de sensible ne demeure (319 *b*, 15), et c'est dans ce cas seulement qu'on peut parler de la génération d'une substance, comme lorsque la semence produit le blé et l'eau, dans son tout, produit de l'air.

Il faut distinguer la génération absolue d'une génération relative, car à chaque qualité correspond une forme et une privation, la forme représentant l'être, la privation, le non-être et, plus une matière est déterminée par sa forme, plus elle est une substance (318 *b*, 15). Par exemple, le passage au feu est une génération absolue, mais une corruption de quelque chose, à savoir de la terre, tandis que la génération de la terre est une génération relative, et non une génération absolue, mais une corruption absolue, à savoir du feu (318 *b*, 3-6). Dans toutes les catégories on pourra faire cette distinction et établir la colonne positive des deux contraires (319 *a*, 14).

Le rôle qu'Aristote attribue à la forme apparaît encore d'une façon plus claire dans la théorie de l'accroissement. Dans ce phénomène, il faut tenir compte de trois caractères : le premier est que toute partie quelconque de la grandeur qui s'accroît devient elle-même plus grande ; le second est que l'accroissement se produit par l'ac-

cession de quelque chose et le troisième, qui le distingue de la génération, est que l'augmenté est conservé et persiste (321 *a*, 18-22). Or, il est impossible de tenir compte de ces caractères si l'on ne veut pas attribuer le rôle principal à la forme. C'est en effet la forme elle-même qui s'accroît⁽¹⁾, tandis que la matière continue de s'écouler à travers cette forme agrandie comme si, pour mesurer de l'eau, on choisissait une *autre mesure* et cette mesure fait partie de la forme (321 *b*, 22-27).

Par exemple, dans la croissance d'un animal, c'est l'animal qui est la cause efficiente de cet accroissement. Il s'empare de la nourriture qui est de la chair en puissance, et la transforme en chair en acte comme le feu déjà existant s'alimente des bûches de bois qu'on y jette en les transformant en flammes.

C'est encore dans la forme qu'il faudra chercher la différence entre l'accroissement et la simple nutrition. Dans l'accroissement, l'aliment est en puissance de la chair de *telle quantité*, de telle sorte que la forme est encore précisée par la quantité (322 *a*, 22). Et cette forme, dit Aristote, est comme une sorte de conduit, une puissance engagée dans la matière. Si cette forme n'est plus *capable d'agir*, l'assimilation ne se produira plus bien, et il y aura diminution de la quantité. Aristote compare cet affaiblissement de la forme à ce qui se produit lorsqu'on ajoute une trop grande quantité d'eau à un mélange de vin et d'eau de telle sorte qu'il perd sa forme de mélange et devient simplement de l'eau (322 *a*, 27-33).

C. L'ACTION ET LA PASSION. Aristote pose en principe que la génération et la corruption ne peuvent se produire que sous l'action d'un corps et que cette action comporte toujours un contact, comme entre moteur et mû. Puisque nous avons affaire à des choses corruptibles, le contact sera toujours réciproque (voir p. 316).

Les philosophes anciens admettaient que le semblable n'est jamais affecté par le semblable. Seul Démocrite a montré qu'une action ne pouvait se concevoir qu'entre des choses qui comportaient des éléments identiques. Aristote précise que l'agent et le patient sont génériquement identiques et spécifiquement dissemblables (324 *a*, 6). En effet, deux choses ne se peuvent faire sortir l'une l'autre de leur nature, si elles ne sont ni contraires, ni composées de contraires,

(1) Ceci n'est pas en contradiction avec la fixité de la forme spécifique. La substance passe d'une forme imparfaite à une forme parfaite.

l'agent et le patient ayant en commun une même contrariété (323 b, 27-28).

Il faut appliquer à l'action le même raisonnement qu'au moteur (voir p. 316) et admettre l'existence d'un premier agent, qui soit lui-même impassible. C'est le cas lorsque l'agent et le patient n'ont pas la même matière. Les contrariétés constituant les genres, ont par conséquent la même matière.

En définitive, seules les substances peuvent être actives dans la génération et la corruption ; et l'on ne peut pas, à proprement parler, dire que les fins ou les formes soient actives. Les fins ou les formes sont des sortes d'état (324 b, 17). Ainsi, le feu contient le chaud engagé dans la matière, mais si le chaud pouvait exister séparé de la matière, ce chaud ne pâtirait d'aucune façon. La forme n'existe cependant jamais à l'état séparé, et elle ne peut agir qu'engagée dans la matière, c'est-à-dire à l'état de qualité d'une substance.

Certaines parties d'un corps peuvent être plus actives et passives que d'autres. On reconnaît dans les métaux des sortes de veines continues de passivité qui s'étendent à travers la substance (326 b, 35). Aristote explique ainsi la constitution fibreuse de certains métaux.

D'ailleurs, l'action d'un corps peut se transmettre par contiguïté ; le feu échauffe l'air, qui échauffe à son tour des corps éloignés de la flamme.

La génération et la corruption ne résultent pas exclusivement de la réunion et de la séparation ; cependant la division contribue à l'action des corps les uns sur les autres et facilite la corruption. C'est ainsi que le mélange de deux corps est plus facile lorsqu'ils sont liquides que lorsqu'ils sont solides (237 b).

Aristote consacre à la nature des mixtes des remarques ingénieuses. Il les différencie des mélanges apparents en remarquant que leurs parties ne sont plus distinctes, même si l'on suppose à l'observateur le regard de Lyncée. La propriété qui facilite le mélange est celle d'être aisément *limitable* (328 b, 1). Ainsi, les liquides sont généralement limitables, les liquides visqueux ne le sont pas. D'ailleurs un certain équilibre est nécessaire entre les éléments du mixte et ici encore la forme a son rôle à jouer, car l'un des composants peut être seul actif, l'autre fortement passif. Dès lors, le résultat du mélange est simplement un accroissement de volume, l'un des deux éléments déterminant la forme, l'autre jouant le rôle de matière ou de réceptacle (328 b, 10). C'est précisément ce qui arrive pour cer-

tains métaux, l'étain une fois allié au bronze disparaît presque entièrement, sauf quant à la quantité, et il amène seulement une légère différence de coloration.

D. LA GÉNÉRATION DES QUATRE ÉLÉMENTS. Bien que dans la génération et la corruption ce soit la chose tout entière qui change, une matière première y subsiste comme le sujet de tout changement. En effet, la génération d'une chose correspond toujours à la corruption d'une autre. Cette matière première ne peut être sensible puisque sans cela la génération ne serait qu'une altération. Cependant, la matière première est, en puissance, un corps sensible. Celui-ci comporte en outre des contrariétés.

Les éléments, la terre, l'eau, l'air et le feu, qu'Aristote emprunte à la philosophie d'Empédocle, ne peuvent être simplement des contrariétés. En effet, contrairement à la doctrine d'Empédocle, Aristote reconnaît que les éléments se transforment les uns dans les autres. Ce n'est pas le cas des contrariétés, en sorte qu'il faut admettre l'ordre suivant : la matière première, les contrariétés, les quatre éléments formant la matière sensible.

Nous avons vu que les transformations ne pouvaient se faire que par contact ; il en résulte que c'est par leurs propriétés *tangibles* qu'il faudra distinguer les contrariétés qui forment les éléments.

Les contrariétés se rapportant au toucher sont les suivantes : chaud-froid, sec-humide, lourd-léger, dur-mou, visqueux-friable, rugueux-pol, gros-fin. Mais de ces contrariétés, le lourd et le léger ne sont ni passifs ni actifs, un corps n'est pas dit lourd par l'action d'un autre. Or il faut que les éléments soient respectivement actifs et passifs, puisqu'il y a mixtion et transformation réciproques. Par contre, le chaud et le froid, l'humide et le sec, sont des termes dont le premier couple est actif, le second passif (329 b, 16-25). Le chaud réunit les choses du même genre, car c'est bien en cela que consiste la purification ; le froid au contraire réunit et rassemble indifféremment les choses homogènes et les choses de genre différent. L'humide n'a pas de limite propre et est facilement délimitable ; le sec a des limites propres mais est difficilement délimitable (329 b, 26-33).

Les autres propriétés tangibles dérivent de l'humide et du sec, par exemple, le fin entre en contact comme l'humide, et le gros comme le sec (329 b, 34 — 330 a, 4).

C'est donc au moyen de ces deux contrariétés que vont se définir

les quatre éléments : le feu est chaud et sec. L'air est chaud et humide, étant une sorte d'exhalaison. L'eau est froide et humide. La terre est froide et sèche. Il est bien entendu qu'aucun des éléments n'est un corps simple, chacun d'eux est un mixte. Le corps simple correspondant au feu aurait pleinement la forme feu, tandis que celui que nous percevons est un corps qui a un excès de chaleur. Ainsi la glace a un excès de froidure (330 b, 21-30).

On sait déjà que le feu et l'air se portent vers la limite extérieure de l'univers, la terre et l'eau vers le centre. Le feu et la terre, éléments extrêmes, sont les plus purs, tandis que l'eau et l'air sont intermédiaires et plus mêlés (330 b, 33-34). Le feu et l'eau ont des qualités contraires, on peut donc les considérer comme des contraires, et il en est de même de la terre et de l'air. Un élément diffère toujours d'un autre élément par une au moins de ses qualités, la seconde leur étant commune. Ces qualités communes facilitent la transformation entre les éléments. Aristote les appelle souvent des tessères, (*σύμβολα*). Ainsi les transformations du feu en air, de l'air en eau, de l'eau en terre, et les transformations inverses, sont plus faciles que toutes autres. Cependant, tous les éléments peuvent procéder de tous les autres. Par exemple, quand le chaud de l'air et le sec de la terre auront péri, l'eau en résultera, puisqu'il reste l'humide de l'air et le froid de la terre ; mais quand l'humide de l'air et le froid de la terre auront péri, le feu sera, qui a le chaud de l'air et le sec de la terre. La flamme, en effet, est le feu par excellence, mais la flamme est de la fumée qui brûle et la fumée est constituée d'air et de terre (331 b, 25).

Ainsi est constituée la matière sensible, et rien de sensible n'existe avant ces éléments (332 a, 26).

Comme le chaud ni le froid ne se rencontrent dans notre expérience en entéléchies, c'est-à-dire pleinement en acte, les corps chauds et froids agiront sur les choses de manière à former des mélanges. Ces intermédiaires agiront suivant qu'ils sont en puissance plus chauds que froids ou le contraire. Il en sera de même du sec et de l'humide qui, par leur mélange, constituent tous les corps que nous pouvons observer. D'ailleurs, les quatre éléments se retrouveront en plus ou moins grande quantité dans tous les corps (335 a, 9).

Parmi les quatre éléments, le feu a un rôle particulier ; il est seul à se nourrir, comme c'est depuis longtemps reconnu, et cela tient au fait qu'il est plus que les autres une forme. Il se porte pour cela vers

la limite de l'Univers, car les formes sont de la nature des limites (335 *a*, 22).

Nous avons vu ainsi la cause matérielle, la cause formelle et la cause finale de la transformation des quatre éléments. D'après ce que nous rapporte Platon dans le *Phédon*, Socrate pensait que ces causes suffisent, c'est-à-dire que les idées sont une cause nécessaire et suffisante de la génération et de la corruption. Mais, si les idées étaient cause, pourquoi n'engendreraient-elles pas toujours et d'une façon continue ? Elles sont en effet éternelles. Or, nous constatons qu'il n'en est rien. Une chose naît à un certain moment et non à d'autres (335 *b*, 9-23).

A l'opposé de cette doctrine, il y a des philosophes qui pensent que la cause matérielle suffit et que certaines conditions étant données, la génération en résulte nécessairement. Ces philosophes confèrent ainsi aux corps la puissance qui opère la génération. C'est confondre la puissance véritable avec ses instruments. Comme il est de la nature du chaud de séparer et de celle du froid de réunir, c'est à partir de ces contraires, et par leur action, qu'ils expliquent la génération et la corruption de tout le reste. Mais le feu est pourtant lui-même mû et patient. On voit qu'il faut de toute évidence recourir à une cause efficiente pour rendre compte d'une façon complète de la transformation des éléments (335 *b*, 24 — 336 *a*, 13).

E. LA CAUSE EFFICIENTE : LE SOLEIL. Dans le livre VIII de la *Physique*, Aristote a montré qu'il fallait admettre des choses toujours en repos, d'autres toujours mues, d'autres enfin tantôt au repos et tantôt mues (254 *a*, 21-22). Pour expliquer cet état, Aristote reconnaît l'existence d'un premier moteur immobile agissant sur la sphère du premier ciel pour lui donner un mouvement de rotation uniforme et continu, le moteur immobile donnant toujours le même et unique mouvement et de la même manière. Le premier ciel transmet ce mouvement jusqu'aux choses corruptibles dont le rapport aux autres choses corruptibles est variable. Il en résultera que ces choses ne seront pas cause d'un mouvement identique, mais, qu'elles seront tantôt en repos, tantôt en mouvement (260 *a*, 5-10).

Aristote explique ainsi que la génération est continue. La translation éternelle produira la génération d'une façon ininterrompue. Mais le mouvement de translation circulaire uniforme ferait supposer qu'il ne peut se produire qu'une sorte de changement, soit la géné-

ration, soit la corruption, puisque par nature la même cause produit toujours le même effet (*336 a, 27*). Il faut donc qu'il existe des mouvements contraires dans la cause qui produit les deux effets.

Le Soleil n'a pas seulement un mouvement de translation circulaire uniforme. Son mouvement sur l'Ecliptique entraîne comme conséquences que le Soleil tantôt s'éloigne et tantôt se rapproche, sa distance étant inégale (*336 b, 4-6*). Ainsi la continuité du mouvement a pour cause la translation du Ciel tout entier, mais le mouvement de rapprochement et d'éloignement du Soleil a pour cause son inclinaison sur l'Ecliptique.

Si le Soleil donne lieu à la génération par son rapprochement et sa proximité, il donnera au contraire lieu à la corruption par son éloignement, c'est pourquoi les durées et les vies des différentes espèces de vivants ont un nombre ; car pour toutes choses il y a un ordre et toute vie et toute durée sont mesurées par une période (*236 b, 12-13*).

Enfin, pour expliquer que toutes les choses n'ont pas la même durée, il suffit de rappeler que leur matière étant irrégulière et n'étant pas partout la même, nécessairement leurs générations sont aussi irrégulières, les unes trop rapides, les autres trop lentes. Il en résulte ce que nous observons, par le fait que la génération irrégulière des unes est la corruption irrégulière des autres. Ainsi la génération et la corruption seront continues, et jamais elles ne feront défaut (*336 b, 22-26*).

La nature tend toujours vers le meilleur (*336 b, 28*). Cependant, l'Etre ne peut appartenir à toutes choses au même degré, parce que les choses sont plus ou moins éloignées de leur principe. Ainsi Dieu a réalisé la perfection de l'Univers en faisant la génération ininterrompue, car l'enchaînement le plus rigoureux possible sera assuré à l'existence : ce qui se rapproche le plus de l'être éternel, c'est que la génération elle-même se refasse toujours (*236 b, 34*). C'est pourquoi toutes les choses qui se transforment réciproquement l'une dans l'autre en vertu de leurs affections et de leurs puissances, imitent la transformation circulaire. En effet, quand l'eau se change en air, l'air en feu, et que le feu se change à son tour en eau, nous disons que la génération a fermé le cercle, parce qu'elle revient à son point de départ. Il en résulte que la translation rectiligne n'est continue que par imitation du mouvement circulaire (*337 a, 2-7*). On peut ainsi expliquer que les quatre éléments ne se soient pas depuis longtemps séparés les uns des autres et ne soient pas en repos dans leur lieu, car leur transformation se fait grâce à la translation envisagée dans sa dua-

lité, de sorte que nul d'entre eux ne peut rester en aucun des lieux qui lui est assigné (337 a, 12-14).

On peut se demander si ce que nous venons de dire de la génération et de la corruption des choses n'entraîne pas une contingence irréductible de la nature. Car si des choses sont capables d'être ou de ne pas être, leur génération est contingente. Ce qui est nécessairement est aussi ce qui est toujours, puisque ce qui est nécessaire ne peut pas ne pas être (337 b, 35-36). Mais, dans les choses corruptibles, la génération sera nécessaire dans la mesure où cette génération se produira circulairement et reviendra à son point de départ (338 a, 4-5 ; 14-15). Ainsi, de l'existence de la translation du premier Ciel, il suit que le Soleil est mû circulairement d'une façon déterminée. Puisque le Soleil accomplit ainsi sa révolution, les saisons ont une génération circulaire et, de même, à leur tour, toutes les choses qui en dépendent seront engendrées circulairement. Il y a, pour les choses incorruptibles, une identité dans leur substance qu'on pourrait nommer individuelle ou numérique ; au contraire, pour les choses corruptibles, le retour des choses constituera une identité spécifique. C'est pourquoi l'eau qui vient de l'air, et l'air de l'eau, sont identiques spécifiquement et non numériquement : il y a un tout supérieur aux éléments (338 b, 15-17).

Le mouvement est éternel : impérissable et indéfectible, il appartient aux êtres comme une sorte de vie pour tout ce qui existe dans la nature (250 b, 14-15).

CONCLUSION :

LA PHYSIQUE D'ARISTOTE ET LA PHYSIQUE MODERNE

§ 1. REMARQUES TECHNIQUES. — La lecture des ouvrages d'Aristote relatifs à la physique convainc, je crois, le lecteur que ce philosophe est un observateur attentif, exact et incapable de modifier les observations qu'il fait en vue de les voir cadrer avec ses idées directrices. Si les faits qu'il rapporte nous semblent souvent éloignés de ce que nous enseigne la science actuelle, c'est tout d'abord qu'une masse de faits ont été découverts par la recherche expérimentale, de sorte que nous nous faisons une tout autre idée de l'ensemble des