

Chapitre VI- L'EVOLUTION DES HYPOTHESES.- LA RECHERCHE QUI NE SE TERMINE JAMAIS.

L'artisan se procure de nouveaux instruments lorsque l'exige le bien de l'oeuvre à accomplir. Puisque les hypothèses ne sont que des instruments de découverte, elles aussi devront évoluer constamment. Elles se modifieront pour pouvoir rester soumises aux faits et conduire à de nouvelles découvertes. Si elles ne jouent plus ce rôle, c'est un indice qu'elles sont devenues trop étroites et qu'il faut les remplacer.

Si paradoxal que cela paraisse, cette évolution ne diminue en rien la valeur de la science expérimentale. Elle constitue plutôt une condition essentielle de son progrès. Si elle cessait, bien des faits nouvellement découverts pourraient rester sans explication. D'autres demeureraient inconnus parce que la capacité de prédiction d'une théorie est épuisée assez rapidement par les déductions des savants. Par exemple, la déviation de la planète Mercure de l'éclipse n'était pas expliquée par les lois de la gravitation de Newton. La théorie de la relativité générale permit d'en rendre compte (110).

Les théories, écrit Claude Bernard, sont comme des degrés successifs que monte la science en élargissant de plus en plus son horizon, parce que les théories représentent et comprennent nécessairement d'autant plus de faits qu'elles sont plus avancées. Le vrai progrès est de changer de théorie pour en prendre de nouvelles qui aillent plus loin que les premières, jusqu'à ce qu'on en trouve une qui soit assise sur un plus grand nombre de faits. Dans le cas qui nous occupe, la question n'est pas de condamner l'ancienne théorie au profit de celle qui est plus récente. Ce qui est important, c'est d'avoir ouvert une voie nouvelle, car ce qui ne périra jamais, ce sont les faits bien observés que les théories éphémères ont fait surgir; ce sont

là les seuls matériaux sur lesquels l'édifice de la science s'élèvera un jour quand elle possèdera un nombre de faits suffisant et qu'elle aura pénétré assez loin dans l'analyse des phénomènes pour en connaître la loi ou le déterminisme exact (111).

Cette instabilité des hypothèses nous indique quel doit être l'état d'esprit du savant à leur égard. Même s'il a réussi à bâtir l'hypothèse la plus vraisemblable, il devra toujours la considérer avec un esprit critique et voir en elle un échafaudage branlant, plutôt qu'une construction définitive. Sans cela, son esprit se trouverait lié et le progrès de la science s'arrêterait.

Il ne faut croire à nos observations, à nos théories que sous bénéfice d'inventaire expérimental. Si l'on croit trop, l'esprit se trouve lié et retréci par les conséquences de son propre raisonnement; il n'a plus de liberté d'action et manque par suite de l'initiative que possède celui qui sait se dégager de cette foi aveugle dans les théories, qui n'est au fond qu'une superstition scientifique (112).

Toute théorie se développe graduellement, connaît des succès. Puis des faits surgissent qu'elle ne peut plus expliquer. Ces difficultés provoquent une crise qui force le savant à la modifier et même à la remplacer par une nouvelle. Cette crise marque l'aurore d'un nouveau progrès. En effet, rien n'est perdu dans cette évolution. Les faits véritablement établis ne sont pas abandonnés par la nouvelle théorie. Etant plus large que la précédente, elle peut embrasser et les faits nouveaux qui ont amené sa création et les faits expliqués autrefois par une théorie plus étroite. Par exemple, la théorie de Newton est un cas limite spécial de la théorie de la relativité. Quand les forces de la gravitation sont relativement faibles, l'ancienne loi de Newton constitue une bonne approximation des nouvelles lois de la gravitation.

Les faits qui supportent la théorie classique supportent également la théorie de la relativité générale. "Nous retrouvons l'ancienne théorie du point de vue plus élevé de la nouvelle" (113). Pour reprendre une comparaison d'Einstein, disons que la création d'une nouvelle théorie ne ressemble pas à la construction d'un gratte-ciel à la place d'une grange qui vient d'être démolie.

Elle ressemble plutôt à l'ascension d'une montagne, où l'on atteint des points de vue toujours nouveaux et toujours plus étendus, où l'on découvre des connexions inattendues entre le point de départ et les nombreux lieux qui l'environnent. Mais le point de départ existe toujours et peut être vu, bien qu'il paraisse plus petit et forme une partie insignifiante dans notre vaste vue, que nous avons gagnée en vainquant les obstacles dans notre ascension aventureuse (114).

Whewell est un des auteurs qui ont le plus insisté sur cette évolution et cette façon d'évoluer des théories. Frappé d'admiration par les travaux de Newton, il multiplie les termes élogieux. Cette découverte... "formed not a leap, but a flight -- not an improvement merely, but a metamorphosis, -- not an epoch, but a termination". Toutefois, il admet que l'évolution peut se continuer encore après Newton et que la théorie de la gravitation peut être englobée elle-même dans une théorie plus large. Il écrit dans le même paragraphe:

It is no doubt conceivable that future discoveries may both extend and further explain Newton's doctrines; -- may make gravitation a case of some wider law, and may disclose something of the mode in which it operates; questions with which Newton himself struggled (115).

Puisque les hypothèses deviennent de plus en plus larges à mesure qu'elles évoluent, il s'en suit que leur nombre tend à diminuer progressivement. Au dix-neuvième siècle, par exemple, toutes les hypothèses concernant la constitution de la matière cédèrent leur place à la théorie atomique. Cependant cette théorie allait échouer dans l'explication des phénomènes lumineux. Mais, en 1923, Louis de Broglie arrive à la conviction que, dans la théorie de la matière comme dans celle des radiations, "il était indispensable de considérer à la fois des corpuscules et des ondes, pour parvenir à une doctrine unique permettant d'interpréter simultanément les propriétés de la matière et celles de la lumière" (116).

Cette réduction du nombre des hypothèses est favorisée par le fait que la physique tend à s'unifier de plus en plus. Des parties de cette science, autrefois assez éloignées les unes des autres, se sont rapprochées; on a trouvé que leurs différents systèmes d'hypothèses n'en formaient en réalité qu'un seul (117). Cette réduction correspond aussi aux désirs les plus profonds du savant qui cherche à considérer l'univers comme le résultat de quelques causes simples. Grâce à l'hypothèse que la matière et la radiation ont toutes deux un aspect ondulatoire et un aspect corpusculaire, nous avons maintenant une théorie qui couvre l'ensemble de la physique.

Aristote admettait-il la possibilité d'une évolution pour ces principes que nous posons en vue de sauver les apparences sensibles? Certains textes déjà cités nous permettent de répondre affirmativement.

Nous l'avons vu reprocher aux platoniciens leur tendance, en doctrine naturelle, à vouloir "tout ramener à des opinions arrêtées définitives", affirmer que les principes "doivent être homogènes au genre des sujets étudiés", blâmer les platoniciens de mettre trop de confiance dans leurs principes, de ne pas les soumettre assez rigoureusement à l'expérience, de les retenir même s'ils ne sont pas conformes aux apparences sensibles (118).

Si Aristote soutient que les principes doivent rester soumis à l'expérience, il admet donc que ces théories évolueront au fur et à mesure que l'expérience s'accroîtra. Il reproche aux pythagoriciens d'accorder plus d'importance aux théories qu'aux faits et de faire "violence aux phénomènes essayant de les accommoder à des théories et à des opinions préconçues" (119). Aristote accorde donc aux faits la primauté sur les théories. Son opinion diffère-t-elle substantiellement de celle de Claude Bernard qui écrivait: "Le vrai progrès est de changer de théorie pour en prendre de nouvelles qui aillent plus loin que les premières, jusqu'à ce qu'on en trouve une qui soit assise sur un plus grand nombre de faits" (120).

Saint Thomas aussi reconnaît aux hypothèses la possibilité de se modifier. Il enseigne que ces suppositions ne sont pas vraies et que les apparences sensibles peuvent s'expliquer par d'autres théories encore inconnues pour le moment (121).

Du fait que les théories évoluent, il ne faut pas croire que celles que l'on abandonne ont été inutiles. L'hypothèse est un instrument logique qui nous suggère des expériences à réaliser et qui nous indique dans quelle direction regarder pour découvrir de nouveaux faits. Etant donné ce rôle, il s'ensuit qu'une hypothèse peut avoir été utile même si on la juge maintenant mauvaise et fantaisiste. Autrement dit, telle théorie, qui semble aujourd'hui dénuée de fondement, fut bonne à tel moment et dans telles circonstances. D'ailleurs, n'est-ce pas là le sort de toutes les théories? L'hypothèse du phlogistique ou de l'horreur du vide ont été le primum movens d'un grand nombre d'expériences et elles ont contribué à la découverte de certains faits. Toute hypothèse est donc utile si elle provoque des recherches sérieuses. Claude Bernard note que les alchimistes ont fondé la chimie en poursuivant des problèmes chimériques. De son côté, Ernest Naville écrivait en 1880:

La physique contemporaine est dominée par la théorie de la constance de la force; c'est une hypothèse grandiose, qui, par sa nature même n'est pas absolument vérifiable, mais qui fait supposer, observer, vérifier une multitude de suppositions de détail. Les grandes hypothèses que Descartes prenait à tort pour des théories a priori ont été détruites en partie; mais, avant d'être détruites, elles ont provoqué une multitude d'observations et contribué puissamment aux progrès de la science. Il est hors de doute, par exemple, que sa physiologie, malgré les erreurs qu'elle renferme, a eu de très utiles résultats, en donnant l'impulsion à tout l'ensemble des observations et des expériences qui ont établi le rôle des forces physico-chimiques dans les fonctions de l'organisme (122).

Même si les faits nous forcent un jour à l'abandonner, toute hypothèse introduit certaines limites ou démarcations dans le champ de la science. Et c'est déjà précieux. En outre, les suppositions non confirmées de tel savant peuvent fournir des suggestions

valables à ses successeurs. L'expérience n'a point confirmé la théorie des épicycles qui faisait tourner les corps célestes autour de la terre. Néanmoins, cette hypothèse fut d'un grand secours au progrès des connaissances astronomiques. Elle a permis aux savants, jusqu'à l'époque de Képler, "d'exprimer beaucoup d'importantes vérités qu'ils découvraient relativement aux mouvements des étoiles, et d'en faire l'objet de leurs raisonnements" (123). La faillite elle-même d'une hypothèse contribue au progrès de la science parce qu'elle fait naître des discussions et stimule les recherches. Saint Thomas signale comment l'erreur aide indirectement à la découverte de la vérité.

Adjuvatur enim unus ab altero ad considerationem veritatis dupliciter. Uno modo directe... Indirecte vero, in quantum priores errantes circa veritatem, posterioribus exercitii occasionem dederunt, ut diligentiori discussione habita, veritas limpidius appareret (124).

On se rappelle le mot d'Eison au sujet d'expérience infructueuses: "Des résultats, mais, mon ami, j'en ai si obtenu des quantités. J'ai découvert plusieurs milliers de choses qui ne faisaient pas mon affaire". Sir James Jeans signale que, bien que cela semble improbable, des faits encore inconnus peuvent nous forcer un jour à abandonner la théorie de la relativité. Mais même si on devait la considérer un jour comme ^{inadéquate} fautive, cette hypothèse aurait quand même contribué au progrès de la science en faisant découvrir de nouveaux phénomènes et en servant de tremplin pour les créateurs d'une théorie encore plus large.

But even if this occur, the time spent in constructing it will not have been wasted; it will have provided us with a stepping-stone to a still wider theory, which will fit still more of the phenomena of nature. The layman sees Science, as it seems to him, for

ever changing her mind, hesitating, turning back on her tracks, and repudiating her earlier opinions. The scientist sees her ever progressing through a succession of theories, each of which covers more phenomena than the predecessor it displaced, towards the goal of a single theory which shall embrace all the phenomena of nature (125).

Les hypothèses évoluent en se substituant les unes aux autres. Si elles tendent vers une plus grande plausibilité, elles n'atteindront jamais à la vérité. Avec elles, on n'arrivera jamais à obtenir une notion dont on pourra dire: Voilà une vérité de tout repos, il est possible de s'y arrêter en toute sécurité. Au contraire, il faut toujours recommencer à consolider et à élargir un échafaudage que des faits nouveaux ébranlent assez souvent. Dans ce mouvement, nous progressons vers un terme que nous n'atteindrons jamais. Avec les hypothèses, nous sommes dans la recherche et nous y restons. La vérité demeure une limite idéale. D'ailleurs, c'est l'essence même de ce procédé d'être une recherche.

Saint Thomas oppose ce procédé où nous restons dans la recherche, l'opinion et les conjectures, au procédé réellement scientifique.

Objectum autem intellectus est quod quid est: et propter hoc, actio intellectus extenditur quantum potest extendi virtus ejus ad quod quid est: per hanc autem primo ipsa principia cognita fiunt, ex quibus cognitio ulterius ratiocinando pervenitur in conclusionum notitiam: et hanc potentiam quas ipsas conclusiones in quod quid est nata est resolvere, Philosophus scientificum appellat. Sunt autem quaedam in quibus non est possibile talem resolutionem facere ut perveniatur usque ad quod quid est, et hoc propter incertitudinem sui esse: sicut est in contingentibus in quantum contingentia sunt: unde talia non cognoscuntur per quod quid est, quod erat proprium objectum intellectus; sed per alium modum, scilicet per quamdam conjecturam de rebus illis

de quibus plena certitudo haberi non potest. Unde ad hoc alia potentia requiritur. Et quia haec potentia non potest reducere rationis inquisitionem usque ad unum terminum quasi ad quietem, sed consistit in ipsa inquisitione quasi in motu, opinionem solummodo inducens de his quae inquiruntur; ideo quasi a termino suae operationis haec potentia ratiocinativum vel opinativum nominatur (126).

Ce procédé diffère donc de la démonstration. Avec celle-ci, nous ne demeurons pas dans le 'discours', la recherche, mais en atteignant les premiers principes, nous atteignons le terme de ce 'discours'. En sciences expérimentales, notre raisonnement ne constitue pas une démonstration. Nous demeurons dans le 'discours' et nous ne parvenons pas aux premiers principes qui en seraient le terme. C'est pourquoi les anciens employaient les termes "disputativus" ou "rationalis" "inquisitivus" ou "tentativus" pour qualifier ce genre de raisonnement (127).

Ultimus autem terminus, ad quem rationis inquisitio perducere debet, est intellectus principiorum, in quae resolvendo judicamus; quod quidem quando fit, dicitur demonstratio. Quando autem inquisitio rationis usque ad ultimum terminum non perducit, sed sistitur in ipsa inquisitione, quando scilicet quaerenti adhuc manet via ad utrumlibet, sic rationalis processus distinguitur contra demonstrativum (128).

Les hypothèses que nous formons ne constituent pas des principes premiers et certains. Par elles, nous tentons de rejoindre la réalité, mais une concordance complète avec celle-ci reste une limite que nous ne pourrions pas franchir. L'homme qui est incapable d'ouvrir la boîte d'une montre peut bien se former une image de son mécanisme, mais quand sera-t-il sûr que son image est la seule bonne?

Il ne sera jamais en état de comparer son image avec le mécanisme réel, et il ne peut même pas se représenter la possibilité ou la signification d'une telle comparaison. Mais il croit certainement qu'à mesure que ses connaissances s'accroîtront, son image de la réalité deviendra de plus en plus simple et expliquera des domaines de plus en plus étendus de ses impressions sensibles. Il pourra aussi croire à l'existence d'une limite idéale de la connaissance que l'esprit humain peut atteindre. Il pourra appeler cette limite idéale la vérité objective (129).

Le raisonnement par hypothèses diffère encore de la démonstration parce qu'on ne procède pas par les principes propres de la chose étudiée. On se sert de principes communs et cette communauté de principes fait que l'habitus de la recherche dialectique n'est pas diversifié par les objets sur lesquels il porte: il reste un. Au contraire, les sciences démonstratives, procédant de principes propres, susceptibles de conduire à un véritable jugement, se diversifient d'après leur objet.

...Judicium de unquamque re fit secundum propria principia ejus. Inquisitio autem nondum est per propria principia: quia his habitis non esset opus inquisitionis, sed jam res esset inventa...Distinctio non est in communibus principiis, sed in propriis. Unde et in speculativis una est dialectica inquisitiva de omnibus: scientiae autem demonstrativae, quae sunt judicativae, sunt diversa de diversis (130).

Nous employons les hypothèses pour arriver à connaître la vérité, c'est-à-dire les faits expérimentaux. Mais ces vérités ne dépendent pas des hypothèses comme des principes propres. Le terme auquel elles conduisent est connu par l'expérience et ce serait détruire les hypothèses elles-mêmes que de vouloir en faire des principes propres.

Dans cette recherche, l'esprit tend à combler le vide qui existe entre la condition du monde en soi et les structures logiques qu'il a fabriquées. Pour atteindre ce but, il identifie le monde de ses constructions et le monde en soi. Mais cette identité est d'ordre logique seulement et elle ne constitue qu'un moyen. L'univers élaboré par le savant est une construction dialectique qu'il cherche à dépasser. Il essaie de sortir de l'identité logique pour arriver à l'identité réelle. Dans ce mouvement, l'univers scientifique se rapproche de plus en plus du monde en soi. Mais il en restera toujours différent parce qu'il n'est qu'une construction de l'esprit. Cette tendance ressemble à celle du polygone vers le cercle qui en est la limite. Ce mouvement peut se continuer indéfiniment sans que la limite soit atteinte et il y aurait contradiction précisément si cette limite était atteinte.

Ce mouvement, même s'il ne doit jamais atteindre son terme, éclaire cependant le monde en soi. Ce dernier nous apparaît comme engendré ou prévu par les constructions du savant. Il acquiert ainsi une certaine rationalité qu'il ne possédait pas quand on le considérait comme pur donné. Cependant la tendance à l'identité réelle ne peut aboutir sans qu'une contradiction soit impliquée. Les principes les plus fondamentaux de la science expérimentale sont tels qu'ils ne peuvent pas être absolument vrais sans être faux. C'est le cas des principes de définition, d'unité, de simplicité, etc.

Si nous n'atteignons jamais la vérité, cependant nous nous rapprochons de plus en plus de la réalité grâce à cette évolution

en spirale des hypothèses. Les théories actuelles sur les éléments ultimes des corps physiques ne sont pas vraies. Cependant, nul doute qu'elles se rapprochent plus de la réalité que la doctrine des quatre éléments des anciens. Jeans écrit au sujet de la théorie de la relativité.

Unless this apparent agreement between theory and observation is wholly illusory, it provides us with evidence of a contact between the theory of relativity and reality at the furthest point to which this theory has so far been pushed. It suggests very strongly — although of course it does not prove — that the curved continuum postulated by this theory has more reality than that of a mere convenient explanation of the apparently curved paths of planets and cricket balls, just as the curved surface of the earth has more reality than that of a mere convenient explanation of the apparently curved tracks of steamers (131).

Chapitre VII- LA DECOUVERTE DES HYPOTHESES.

Personne ne peut donner de règles capables de guider infailliblement l'esprit dans l'invention de bonnes hypothèses. Comment réduire en formules les habitudes de pensée qui ont conduit Archimède, Pascal ou Newton à leurs découvertes? Ils possédaient une puissante imagination capable d'évoquer rapidement une série d'hypothèses et une sagacité particulière pour discerner la meilleure. Cette force d'imagination et cette sagacité les rendaient capables de percevoir des ressemblances subtiles et délicates, et même de supposer des ressemblances, entre des faits qui semblaient d'abord très éloignés et très différents les uns des autres. L'aptitude à découvrir partout des analogies: voilà, semble-t-il, la qualité d'esprit qui domine chez ceux qui font progresser la science expérimentale. Sont analogues des phénomènes qui, tout en étant divers absolument, sont identiques sous certains rapports. Percevoir une analogie, c'est percevoir une ressemblance entre deux rapports, une similitude entre des fonctions chez des genres différents.

On a dit précédemment, écrit Aristote, que beaucoup de caractères communs sont présentés par un grand nombre d'animaux, tantôt absolument comme les pieds, les ailes, les écailles, et autres caractères de ce genre, tantôt suivant l'analogie. J'entends par analogie le fait que certains possèdent un poumon, les autres non, mais que ceux-ci, à la place du poumon que possèdent les premiers, présentent un autre organe; les uns ont du sang, les autres quelque chose d'analogue; c'est-à-dire qui joue le rôle que joue le sang chez les animaux sanguins (131a).

Quand un fait nouveau se présente, l'homme de génie sait discerner les points qui le rattachent aux faits déjà connus et peut ainsi l'expliquer. Créer une hypothèse équivaut donc souvent à énoncer une uniformité, à affirmer des rapports ou des ressemblances jusque-là ignorés. Du fait, par exemple que l'urine des lapins privés de nourriture est claire et acide comme celle des carnivores, Claude Bernard conclut qu'un herbivore à jeun devient carnivore et se nourrit de sa propre substance.

L'histoire de la Physique, écrit Duhem, nous montre que la recherche des analogies entre deux catégories distinctes de phénomènes a peut-être été, de tous les procédés mis en oeuvre pour construire des théories physiques, la méthode la plus sûre et la plus féconde.

Ainsi, c'est l'analogie entrevue entre les phénomènes produits par la lumière et ceux qui constituent le son qui a fourni la notion d'onde lumineuse dont Huygens a su tirer un merveilleux parti; plus tard, c'est cette même analogie qui a conduit Malebranche, et ensuite Young, à représenter une lumière monochromatique par une formule semblable à celle qui représente un son simple (132).

A la fin de son étude sur l'évolution des idées en physique, après nous avoir fait assister à la formation, à la vie et à la mort des différentes théories, Einstein nous livre les réflexions suivantes.

Il est souvent arrivé en physique de réaliser un progrès essentiel grâce à l'analogie rigoureuse qu'on établit entre des phénomènes qui, en apparence, n'ont aucun rapport entre eux. Dans ces pages nous avons souvent vu comment des idées créées et développées dans une branche de la science ont été ensuite appliquées avec succès dans une autre branche. Le développement de la conception mécanique et de la conception du

champ offre beaucoup d'exemples de ce genre. Rapprocher des problèmes résolus de ceux qui ne le sont pas peut projeter une nouvelle lumière sur nos difficultés et nous suggérer de nouvelles idées. Il est facile de trouver une analogie superficielle qui, en réalité n'exprime rien. Mais découvrir quelques traits essentiels communs, cachés sous des différences apparentes, former sur cette base une nouvelle théorie féconde, c'est véritablement créer. Le développement de la mécanique ondulatoire, créée par De Broglie et Schrodinger, il y a une quinzaine d'années, est un exemple typique de l'élaboration d'une théorie féconde au moyen d'une analogie profonde et heureuse (133).

C'est dire que le savant aura le droit de laisser une grande liberté à son imagination. Celles-ci pourra tenter d'établir les rapports les plus imprévus entre différents objets. Elle n'est pas obligée de s'en tenir aux idées qui ont présentement cours dans la science. D'ailleurs, elle ne doit pas le faire, car par le fait même le progrès de la science serait arrêté. Claude Bernard nous dit

que, si le raisonnement nous guide dans la science expérimentale, il ne nous impose pas nécessairement ses conséquences. Notre esprit peut toujours rester libre de les accepter ou de les discuter. Si une idée se présente à nous, nous ne devons pas la rejeter par cela seul qu'elle n'est pas d'accord avec les conséquences logiques d'une théorie régnante. Nous pouvons suivre notre sentiment et notre idée, donner carrière à notre imagination, pourvu que toutes nos idées ne soient que des prétextes à instituer des expériences nouvelles qui puissent nous fournir des faits probants ou inattendus ou féconds (134).

Le véritable savant, c'est celui dont l'imagination est mise en branle par un fait que l'homme ordinaire oublie souvent de noter, et qui tente de mettre ce fait en relation avec beaucoup d'autres.

François Darwin écrit ce qui suit de son père, Charles:

He often said that no one could be a good observer unless he was an active theorizer. It was as though he were charged with theorizing power ready to flow into any channel on the slightest disturbance, so that no fact, however small, could avoid releasing a stream of theory, and thus the fact became magnified into importance (135).

Whewell note qu'il vaut beaucoup mieux que le savant soit trop prompt à imaginer et trop empressé à développer des systèmes paraissant susceptibles d'introduire l'ordre dans les faits, que de se trouver à court d'inventions. Deviner d'abord de travers est, pour beaucoup de gens, le seul moyen pour finir par deviner juste" (136). Pour que sa science progresse, le savant doit d'abord faire preuve de quelque hardiesse et de quelque licence dans ses conjectures.

Le logicien anglais Schiller reproche à Aristote d'avoir négligé les problèmes de l'analogie et de l'hypothèse, d'avoir montré la façon de disposer en syllogisme des vérités déjà connues plutôt que d'étudier les procédés aptes à faire des découvertes. La logique traditionnelle, dit-il, est utile seulement pour régler les débats dialectiques; elle ne peut rien nous enseigner au sujet de la recherche scientifique. Elle néglige le rôle de l'imagination et se contente de nous donner des règles stéréotypées et stériles (137).

Nous pouvons nous demander dans quelle mesure ces accusations seraient fondées. Il suffit, semble-t-il, de lire le début des Topiques, surtout les chapitres onze et quatorze, pour voir le grand rôle qu'Aristote attribue à l'analogie dans la découverte des propositions dialectiques. L'idée de l'hypothèse, telle qu'entendue par les modernes, lui était-elle étrangère? Si tel est le cas, nous l'avons vue,

est-il possible d'attribuer un sens quelconque à ces passages où Aristote indique qu'il ne faut pas mettre dans certains principes une confiance telle qu'elle nous ferait accepter n'importe quelle conséquence de leur application? Cette confiance ne doit pas nous faire oublier, dit-il, qu'il faut apprécier de tels principes selon leurs résultats et, s'il s'agit de science naturelle, selon le succès avec lequel ils expliquent les apparences sensibles (136). Faudrait-il dire maintenant que dans son œuvre, dans un ouvrage comme le De Partibus animalium par exemple, les connaissances logiques d'Aristote ne lui servaient qu'à régler des débats purement dialectiques? Faudrait-il dire maintenant que c'est une méthode inadéquate, une mauvaise logique, qui a permis à Aristote de faire des découvertes en biologie, si importantes, voire étonnantes, pour son temps, au témoignage de l'éminent historien, Charles Singer?

Examinons seulement le reproche fait à Aristote d'avoir négligé le rôle de l'imagination. Ceux qui ne semblent pas accorder une grande importance au chapitre des Seconds Analytiques où Aristote traite de la solertia ou vivacité d'esprit.

La vivacité d'esprit, dit-il, est la faculté de découvrir instantanément le moyen terme. C'est le cas, par exemple, si en voyant que la Lune a son côté brillant toujours tourné vers le Soleil, on comprend aussitôt la cause de ce phénomène, savoir qu'elle reçoit sa lumière du Soleil; ou si, en observant quelqu'un en train de parler avec un homme riche, on devine qu'il lui emprunte de l'argent; c'est encore le fait de deviner que ce qui rend deux personnes amies c'est qu'elles ont un ennemi commun. Dans tous ces exemples, il a suffi de voir les extrêmes pour connaître aussi les moyens termes, qui sont les causes (139).

Pour mieux voir la nature de cet habitus décrit ici par Aristote considérons, en utilisant les commentaires et développements de son disciple saint Thomas, certaines notions qui concernent les voies que peut suivre l'esprit pour progresser dans les sciences. Nous distinguons deux procédés dans l'acquisition de la science spéculative et des connaissances pratiques. Elles peuvent d'abord nous être communiquées par un autre. Dans ce cas, celui qui apprend est un disciple et la vertu qui le perfectionne comme tel, c'est la docilité (140). 1)

Quelqu'un peut aussi acquérir la science par lui-même. Deux voies sont alors possibles. Premièrement, celui qui possède certains principes pourra les appliquer à tel ou tel problème déterminé pour en tirer telle ou telle conclusion. Sa science progresse alors au moyen du syllogisme. 2) 3)

Processus autem rationis pervenientis ad cognitionem ignoti in inveniendis est ut principia communia per se nota applicet ad determinatas materias, et inde procedat in aliquas particulares conclusiones, et ex his in alias (141).

Deuxièmement, celui qui veut acquérir des connaissances par lui-même connaît, non plus des principes premiers, mais des propositions qui expriment certaines régularités découvertes dans les choses naturelles. Cependant, il lui manque un principe apte à expliquer ces faits et à dire provisoirement le pourquoi de ces régularités. Sa connaissance progressera s'il peut inventer une hypothèse qui puisse jouer ce rôle, sauver les apparences sensibles et conduire à la découverte de nouveaux faits. 6)

Alio modo inducitur ratio, quae non sufficienter probat radicem, sed quae radices jam positae ostendat congruere consequentes effectus; sicut in astrologia ponitur ratio excentricorum et epicyclorum ex hoc quod, hac positione facta, possunt salvari apparentia sensibilia circa motus caelestes: non tamen ratio haec est sufficienter probans, quia etiam forte alia positione facta salvari possent (142).

Pour les anciens, l'habitus qui aide l'inventeur en tant que tel, en lui permettant de découvrir les moyens termes, s'appelle solertia (143). C'est une qualité qui perfectionne l'intelligence quand elle se porte tant sur les choses pratiques que spéculatives, tant sur les choses contingentes que nécessaires (144). Elle lui permet de déceler rapidement tout aussi bien la cause qui rend deux personnes amies que le moyen terme qui sert à démontrer l'immortalité de l'âme (145).

Dans le domaine du pratique, la solertia peut être considérée comme une partie d'un habitus plus général que les anciens appelaient eustochia. Cet habitus confère à l'esprit la capacité de découvrir le meilleur parti à prendre quand une situation imprévue se présente et qu'il est impossible de délibérer longuement. L'eustochia embrasse tout l'ensemble d'une situation. Si elle tend plus précisément à découvrir le pourquoi de cette situation, elle prendra le nom de solertia.

Sicut autem docilitas ad hoc pertinet ut homo bene se habeat in acquirendo rectam opinionem ab alio, ita solertia ad hoc pertinet ut homo bene se habeat in acquirendo rectam aestimationem per seipsum; ita tamen ut solertia accipiatur pro eustochia, cuius est pars. Nam eustochia est bene conjecturativa de quibuscumque; solertia autem est "facilis et prompta conjecturatio circa inventionem medi" (146).

Demandons-nous maintenant de quelle façon ces deux habitus perfectionnent l'esprit. Ils lui confèrent une promptitude qui permet de saisir rapidement le noeud d'une situation, de faire d'heureuses conjectures, de procéder en devinant plutôt qu'en suivant un raisonnement long

et rigoureux. La solertia, plus spécialement, permet une vue prompte et facile du moyen terme, de la cause qui explique la connexion du prédicat et du sujet. Elle découvrira cette cause, même si nous ne pouvons pas accorder beaucoup de temps à l'étude et à la délibération (147).

Qu'est-ce qui conditionne l'existence et favorise le développement de ces habitus? Comme nous appelons habitus une disposition stable acquise par la répétition des actes, devons-nous en conclure que n'importe qui peut acquérir l'eustochia et la solertia à la seule condition de s'y appliquer? Ou bien, présupposent-elles des dispositions naturelles plutôt exceptionnelles et que l'on rencontre assez rarement chez les hommes?

Notons qu'une disposition peut être dite naturelle à deux points de vue. Premièrement, la nature fournit à l'homme certaines dispositions en tant qu'il appartient à telle espèce. Du fait qu'il est animal raisonnable, tout homme possède la capacité de connaître les premiers principes. Deuxièmement, nous recevons de la nature certaines aptitudes en tant que nous sommes des individus. A cause de sa complexion personnelle, par exemple, Socrate est plus ou moins disposé à une bonne santé. Suivant leur bonne ou leur mauvaise qualité, ces dispositions organiques facilitent ou entravent l'exercice des puissances rationnelles. Ces aptitudes naturelles facilitent à tel homme l'acquisition de la science, à tel autre l'acquisition de la force, à un troisième l'acquisition de la tempérance (148).

Cependant, nous remarquons que les dispositions que la nature nous fournit à titre spécifique sont réparties assez également parmi

les hommes. Par contre, les ébauches d'habitus que l'homme reçoit de la nature en tant qu'individu varient considérablement d'une personne à l'autre. Même si la répétition des actes favorise le développement de la science, de l'art et des vertus morales, ces habitus requièrent des aptitudes réparties assez inégalement chez les hommes.

Il est même des habitus qui ne peuvent se former que chez des hommes exceptionnellement doués. L'application constante et méthodique ne favorise leur développement que dans une faible mesure. Leur existence requiert des aptitudes innées et rares, une complexion organique très parfaite et que peu d'hommes possèdent. En somme, elle requiert chez l'individu une détermination déjà rigoureuse par rapport à l'objet de ces habitus. La sagesse spéculative, l'art poétique (*poeta nascitur*), la libéralité et la magnanimité supposent chez ceux qui les possèdent des aptitudes naturelles spéciales. Il en est de même de la *solertia*. "*Solertia magis dependet ex naturali ingenio quam ex assuetudine*" (149).

D'après les anciens, l'*eustochia* et la *solertia* dépendent de la subtilité des "esprits", de la force et de la souplesse de l'imagination qui peut former rapidement des phantasmes, de la délicatesse et de la précision des sens. Les connaissances scientifiques et l'expérience acquise viendront ensuite perfectionner ces aptitudes naturelles et faciliter leur exercice (150).

Notons aussi que d'autres habitus devront accompagner l'*eustochia* et la *solertia* pour les maintenir dans de justes limites. Plus un homme est doué d'une imagination puissante, lui permettant d'évo-

quer rapidement de nombreuses conjectures, plus il devra posséder de circonspection pour faire un bon choix parmi ces conjectures.

A propos de la prudence, Cajétan note

quod eustochia plurimum confert prudentiae si comites habeat alias partes praecipue circumspectionem et cautionem; nec ista sibi credat ut docilitatem aspernetur. Habet enim multum periculum annexum propter ipsius excellentiam: praesertim ubi plures successus prosperos habuit (151).

Peut-on dire maintenant que la solertia telle que décrite par les anciens est précisément l'habitus qui aide le savant dans la découverte des hypothèses? Peut-on dire qu'elle correspond à ce que les modernes appellent l'imagination créatrice? La raison suivante nous permet de répondre affirmativement. La solertia, en effet, nous aide à découvrir facilement et rapidement le moyen terme qui est cause, la ratio. Mais saint Thomas enseigne aussi que cette ratio est de deux sortes. L'une d'elles est suffisante comme preuve tandis que la seconde ne l'est pas. Et cela parce que cette deuxième preuve procède par la position d'hypothèses que nous jugeons bonnes si elles sauvent les apparences. Mais il reste que telle hypothèse n'est pas nécessairement la seule à bien sauver les apparences (152).

L'hypothèse et le moyen terme disent tous deux le pourquoi, et partant, peuvent tous deux être l'objet de la solertia. Comme le moyen terme dit le pourquoi de la connexion du prédicat et du sujet, ainsi l'hypothèse dit le pourquoi des propositions expérimentales ou de leur connexion. Il y a cette différence que le pourquoi donné par le moyen terme dans la démonstration est nécessaire tandis que l'hypothèse ne fournit qu'une explication provisoire.

Certains seront peut-être tentés de reprocher aux anciens de n'avoir pas fait une étude très étendue de la solertia ou vivacité d'esprit (153). Mais ce reproche montrerait seulement que ceux qui le font n'ont pas bien compris la nature de cet habitus. En effet, il est passablement futile de vouloir déterminer des règles qui donneraient de la sagacité à un esprit mal doué par la nature sous ce rapport.

Après avoir examiné l'histoire des sciences pour en déterminer la méthode, William Whewell arrive sur ce point à la conclusion suivante: la manière dont procède l'imagination créatrice,

96
 passe toute règle et ne saurait s'exprimer sous forme de définitions. Il serait difficile ou impossible de mettre en formule les habitudes de pensée qui ont conduit Archimède à rapporter les conditions de l'équilibre du levier à la conception de pression...; ou celles qui ont poussé Pascal à faire usage de la conception de la pesanteur de l'air...; ou celles qui ont déterminé Vitellon et Roger Bacon à rapporter le pouvoir grossissant d'une lentille convexe à l'inflexion des rayons lumineux vers la perpendiculaire par la réfraction... Ce sont là ce qu'on appelle ordinairement de ces traits heureux et inexplicables du génie inventif; et ils sont bien tels, sans aucun doute. Il n'y a pas de règles qui puissent nous garantir un succès semblable dans de nouveaux cas, ou donner à des hommes moins bien doués le pouvoir de faire de tels progrès dans la connaissance (154).

Nous pourrions citer certains textes d'auteurs modernes concernant la sagacité, la vivacité d'esprit ou, selon la terminologie des anciens, la solertia. Ces textes montreraient deux choses: premièrement que ces auteurs ont apporté plus de détails, plus d'exemples dans leurs exposés; deuxièmement, par contre, qu'ils n'ont pas envisagé la solertia d'un point de vue architectonique en l'opposant à la docilité et en montrant qu'elle peut avoir pour objet soit une ratio certaine, comme dans le cas de la démonstration, soit une ra-

tie seulement plausible et provisoire, comme dans le cas du raisonnement par hypothèses.

Toute cette doctrine semble inconnue à Schiller qui voudrait remplacer la logique contenue dans les Analytiques par la méthode des sciences expérimentales, c'est-à-dire étendre cette méthode à toute connaissance. Il célèbre comme suit les avantages qu'il croit voir dans cette substitution. Avec cette nouvelle logique, dit-il,

it will non longer be practicable to flatter mediocrity and dullness, and to impede discovery, by proclaiming methods that dispense with imagination, ingenuity, originality, boldness, enterprise, and vainly endeavour to put genius for discovery on a par with mindless pedantry in applying stereotyped and sterile rules (155).

Nous devons admettre, ajoute-t-il,

that knowledge must take risks in order to progress. The readiness of the new conception of Logic to emphasize the existence of risks in all reasoning, and to sanction the willingness to take them, contrasts markedly with the vain efforts of the old logic to play for safety, and to make no move that was not absolutely necessary (156).

Pourtant, quoiqu'en dise Schiller, la dialectique aristotélicienne n'est-elle pas une logique du risque? Aristote nous y enseigne à raisonner même si le mouvement de l'esprit n'est pas commandé par des prémisses absolument nécessaires. Par exemple, un syllogisme partant d'une prémisse probable comporte un risque. De même, lorsqu'Aristote recommande de choisir des principes qui sont conformes aux apparences et de ne pas "tout ramener à des opinions arrêtées définitives", n'enseigne-t-il pas à courir des risques? En effet, ces principes, devant se conformer à l'évolution de l'expérience et se modifier constamment. Cela comporte un risque que de les accepter.

Schiller reproche encore à Aristote d'avoir négligé la question de l'analogie. C'est une autre remarque qui n'est pas complètement juste. Au chapitre dix des Topiques, Aristote enseigne que nombre de propositions seront dialectiques, parce que fondées sur des analogies avec des opinions probables.

Ainsi, si c'est une opinion probable que la science des contraires est une et la même, il paraîtra probable aussi que la sensation des contraires est une et la même. De même si c'est une opinion probable que la Grammaire est numériquement une, il paraîtra probable aussi que l'art de jouer de la flûte est numériquement un, tandis que si c'est une opinion probable qu'il y a plusieurs sciences de la grammaire, il paraîtra probable aussi qu'il y a plusieurs arts de jouer de la flûte (157).

Quand nous devrons fixer notre choix sur certaines propositions, nous nous laisserons guider par l'analogie. Par exemple, nous poserons comme proposition probable que la vision consiste dans la réception de quelque chose en nous et non dans une émission venant de nous,

du fait qu'il en est de même aussi pour les autres sensations, l'audition consistant dans une réception de quelque chose en nous et non dans une émission venant de nous, comme il en est de même pour le goût, et aussi pour tous les autres sens (158).

Le chapitre dix-sept traite expressément de la recherche des ressemblances comme moyen de fournir en abondance des raisonnements dialectiques. Cette recherche nous fournira des propositions dans le genre de celles-ci: "ce que la science est à son objet, la sensation l'est au sensible...comme la vue est dans l'œil, ainsi la raison est dans l'âme, et comme le calme est dans la mer ainsi le silence des vents est dans l'air".

Aristote signale que c'est surtout entre des points très distants qu'il faut s'exercer à grouver des analogies. L'histoire de la physique — relativité, mécanique ondulatoire — montre que les hypothèses qui ont fait accomplir de grands progrès à cette science se basaient précisément sur des analogies cherchées entre des objets très éloignés les uns des autres.

Notons enfin que le Philosophe, surtout dans ses ouvrages de science naturelle, fait constamment appel à l'analogie pour découvrir et justifier les explications qu'il donne des phénomènes. Voici quelques exemples.

Que la chaleur se produise surtout quand le soleil est présent, c'est rationnel, si nous cherchons une analogie dans les phénomènes terrestres: ici-bas, c'est l'air qui est le plus voisin d'un objet en mouvement violent, qui est échauffé davantage (159).

Il y a en nous quelque chose grâce auquel nous distinguons un temps long et un temps court; il est vraisemblable de se représenter cela par analogie avec la perception des grandeurs (160).

La cause principale qui a conduit les anciens à penser que la source universelle et la masse principale de l'eau se trouve être la mer, est la suivante: cela pouvait, en effet, paraître rationnel en vertu de l'analogie avec les autres éléments... (161).

Le procédé qui consiste à appuyer des théories sur des analogies est si fréquent chez Aristote qu'on a pu écrire:

En fait, il attache une grande importance à ce genre de considérations: elles commandent, pour une grande part, les études des Parties des Animaux, de la Génération des Animaux, du Mouvement des Animaux, et elles interviennent fréquemment dans les Recherches sur les Animaux elles-mêmes. C'est en raison de cette attention qu'il apporte à la comparaison entre genres différents qu'Aristote peut être considéré comme le créateur de la physiologie et de l'anatomie comparées (162).

Chapitre VIII. LES CARACTERISTIQUES D'UNE BONNE HYPOTHESE.

En faisant le choix de ses instruments, l'artisan exige d'eux qu'ils possèdent certaines qualités. Le savant agit de même à l'égard des hypothèses. Il ne les accepte que si elles revêtent telles conditions qui leur permettant de bien atteindre leur but. On a l'habitude d'énumérer plusieurs qualités qui font qu'une hypothèse peut être dite bonne. Elle doit être vraisemblable, c'est-à-dire qu'elle ne doit pas constituer une explication trop fantaisiste des phénomènes. Elle doit être aussi simple que possible. Elle doit concorder avec les autres lois et les autres théories raisonnablement établies. Elle doit être libre de difficultés internes, d'incohérences, de postulats qui ne concordant pas les uns avec les autres. C'est pour l'une ou l'autre de ces raisons qu'Aristote accepte ou rejette certaines hypothèses, comme on le voit dans les textes qui suivent.

Dès lors, puisqu'il n'est pas vraisemblable que le cercle et l'astre aient chacun leur mouvement, ni que l'astre seul se meuve, il reste que les cercles sont seuls à se mouvoir et que les astres sont immobiles par eux-mêmes, et sont transportés en tant qu'ils sont fixés dans les cercles; c'est seulement dans cette hypothèse qu'il n'arrive rien d'irrational (163).

Toutes ces théories (sur la génération des nombres) sont irrationnelles, et elles se combattent elles-mêmes, et elles sont contraires à la vraisemblance (164).

Nous pensons avoir rendu compte d'une façon satisfaisante des phénomènes inaccessibles à l'observation si notre explication ne comporte pas d'impossibilités (165).

C'est pourquoi il peut sembler rationnel que le ciel tout entier et chacun des astres soient sphériques. C'est là en effet la configuration la mieux adaptée au mouvement sur place, la moins propre à la progression (166).

Cependant, toutes ces qualités ne constituent qu'un ensemble de présomptions favorables à l'égard d'une hypothèse. Il faut les entendre en un sens assez relatif. L'absence de l'une ou de l'autre ne devra pas toujours empêcher le savant d'accepter provisoirement telle ou telle hypothèse.

...Its function (of the hypothesis) in the service of science is to think the new, whether it appears as an unprecedented fact, or demands the formation or reformation of conceptions. So long as it serves its purpose, much may be forgiven it. It need not be 'safe' or 'valid'; it need not have confuted all its rival, in order to be accepted as the best; nor need it last for ever, and defy change (167).

La seule condition essentielle, c'est que l'hypothèse soit "efficace". On entend par là sa capacité de bien expliquer les faits à l'occasion desquels elle a été construite et de faire découvrir de nouveaux phénomènes. La présence de cette qualité générale requiert d'ordinaire la présence des conditions plus particulières que voici:

- 1) Pour que l'hypothèse puisse permettre des comparaisons avec l'expérience, elle doit posséder un sens bien défini, des contours bien déterminés, une précision assez grande pour qu'il soit possible d'en tirer des déductions. "A hypothesis which cannot be applied means nothing -- scientifically" (168).

Vagueness and incapability of precise proof or disproof often enable a false theory to live; but with those who love truth, vagueness should excite suspicion. The upholders of the ancient doctrine of Nature's abhorrence of a vacuum, had been unable to anticipate the important fact that water would not rise more than 33 feet in a common suction pump. Nor when the fact was pointed out could they explain it, except by introducing a special alteration of the theory to the effect that Nature's abhorrence of a vacuum was limited to 33 feet (169).

Nous avons vu qu'Aristote rejetait une théorie sur la stérilité des mules pour une raison semblable. Elle était trop générale et vide. Toutes les théories qui ne sont pas basées sur les principes propres en cause sont vides: "elles semblent seulement reliées aux faits sans l'être en réalité" (170).

2) Si elle possède un sens bien déterminé, l'hypothèse est susceptible d'être mise à l'épreuve: elle sera considérée comme bonne si elle s'accorde avec tous les faits rigoureusement établis. Bien qu'aucun nombre de concordances, si grand soit-il, puisse procurer une certitude absolue, la plausibilité de l'hypothèse grandit tout de même en même temps que le nombre de concordances. "C'est en considérant ceux-ci (les faits du monde sensible), dit Aristote, que nous cherchons des théories générales et c'est à eux, croyons-nous, que nos théories générales doivent se conformer" (171). A propos de cette comparaison avec les faits, Schiller fait justement remarquer:

This proviso condemns, not only hypotheses which decline to be tested altogether, but also those which arêteo accomodating. A hypothesis which professes to explain everything, but is compatible with anything, is not scientific: for it, too, refuses to take the risk of refutation (172).

3) Une théorie sera jugée bonne si elle peut conduire à la découverte de nouveaux faits. C'est précisément à cette tâche que son efficacité se révèle. Comme le disait Pasteur, le propre des bonnes théories, c'est la fécondité (173).

4) Enfin, de deux hypothèses qui expliquent également bien les phénomènes, nous choisirons celle qui est logiquement la plus simple. Si on peut rendre compte de certains phénomènes par une

théorie physique, nous devons choisir celle-ci de préférence à une théorie biologique. La première peut rendre compte des phénomènes en se servant d'un plus petit nombre d'éléments. Les théories de la physique sont donc plus simples que celles de la biologie et celles-ci à leur tour sont plus simples que celles des sciences sociales.

De plus, dit Aristote au sujet des principes de la nature, l'explication est possible à partir de principes en nombre fini et elle est meilleure ainsi, telle celle d'Empédocle, qu'à partir de principes infinis: en effet, il pense rendre compte de tout ce qu'Anaxagore explique avec son infinité de principes (174).

Considérons maintenant deux hypothèses qui appartiennent au même domaine, soit physique, soit biologique, etc. Une de ces théories pourra expliquer tous les phénomènes découverts ou à découvrir par la vertu des seuls principes de base. Au contraire, l'autre devra formuler de nouvelles suppositions, greffer des explications particulières sur la théorie principale à l'occasion de la découverte de nouveaux faits. La première théorie est plus cohérente et, partant, plus simple que la seconde. Cette différence dans le degré de simplicité apparaît surtout quand on considère de quelle manière les théories se développent. Dans certains cas,

toutes les suppositions additionnelles tendent à la simplicité et à l'harmonie; les nouvelles suppositions se résolvent dans les anciennes, ou du moins n'exigent qu'une modification facile à apporter à l'hypothèse primitive; le système gagne en cohérence à mesure qu'il gagne en étendue. Les éléments dont nous avons besoin pour expliquer une nouvelle classe de faits sont déjà contenus dans notre système. Différentes parties de la théorie viennent converger, et nous avons ainsi une convergence constante vers l'unité (175).

Dans d'autres cas,

les nouvelles suppositions sont autant de pièces surajoutées; elles ne sont pas suggérées par le système primitif, et il est quelquefois difficile de les concilier avec lui. Chaque addition de ce genre ajoute à la complexité du système hypothétique, qui finit par devenir impraticable et doit céder la place à quelque explication plus simple (176).

On pourrait objecter cependant que les théories modernes semblent terriblement compliquées. Elles s'appuient en effet sur un appareil mathématique qui n'est accessible qu'à des spécialistes. Pour voir comment ces théories restent simples, il importe de reproduire ici une distinction importante faite par Einstein.

Plus nos suppositions deviennent simples et fondamentales, plus notre appareil mathématique de raisonnement devient compliqué. Le chemin de la théorie à l'observation devient plus long, plus délicat et plus compliqué. Si paradoxal que cela puisse paraître, nous pouvons dire: La physique moderne est plus simple que celle d'autrefois et paraît, par conséquent, plus difficile et plus compliquée. Plus simple est notre image du monde extérieur, plus elle embrasse de faits et plus elle reflète dans nos esprits l'harmonie de l'univers (177).

C'est précisément cette simplicité des suppositions fondamentales qui est en cause ici. C'est sur elle que nous devons nous baser pour faire le choix entre deux théories. De ce point de vue, une théorie aussi compliquée, mathématiquement, que celle de la relativité, l'emporte tout de même sur celle de la gravitation.

Même si l'on ne pouvait citer aucune nouvelle observation en faveur de la nouvelle théorie (relativité), même si l'explication qu'elle donne était simplement aussi bonne que celle donnée par l'ancienne (gravitation), nous devrions, si on nous laissait la liberté de choisir entre les deux doctrines, nous décider pour la nouvelle. Les équations de cette dernière sont, du

point de vue formel, plus compliquées, mais les suppositions qui leur servent de base sont du point de vue des principes fondamentaux plus simples (178).

Encore une fois, toutes ces règles ne doivent pas être entendues avec une rigueur telle qu'elle ferait exclure immédiatement une théorie qui ne posséderait pas toutes ces caractéristiques. Tous les aspects d'une hypothèse ne sont pas bien délimités dès le moment de sa création. Ce n'est souvent qu'un aperçu vague qui se précise peu à peu par le travail du savant. Conséquemment, il faut adopter à l'égard de l'hypothèse une attitude que Schiller a excellemment définie dans le texte qui suit.

...The real guarantee of a good hypothesis does not consist in its conformity with abstract rules, formulated in advance of the investigation; the hypothesis is made good by being progressively knocked into shape in the process of its verification by the facts it has to account for. Hence it is not really requisite that a hypothesis should be correct, complete, or even probable, to start with; if it is plastic and corrigible, it will gradually assume a more and more valuable shape. The one essential it must have is that it must suggest a convenient method of exploring the subject it concerns; provided it does this, it may permit itself the use of the most patent fictions, and may leave aside, as 'difficulties' to be dealt with later, the incoherences which its incompleteness involves. Thus once the physicists had been led by the analogy between the propagation of light and that of waves in a liquid to assume a 'luminiferous ether', they did not allow the contradictions which arose out of conceiving this ether, either as continuous or as atomic, to deprive them of a valuable working hypothesis. It is simply not true that gaps and contradictions are fatal to the scientific status of a hypothesis, so long as it remains the best available and a hope remains of finding a remedy for its defects (179).

Chapitre IX. LA LIBERTÉ DE L'HYPOTHÈSE ET L'A PRIORI.

Notre esprit n'est pas satisfait ^{de} par la connaissance du seul fait brut. Comme la spiritualité de l'âme lui sert de principe pour connaître le fait de l'immortalité et le pourquoi de ce fait, de même il voudrait trouver des principes qui lui apprendraient non seulement que la tortue porte une carapace, mais aussi le pourquoi de cette carapace. L'esprit voudrait se libérer de cette nécessité de toujours recourir à l'expérience pour savoir ce que sont les objets dans leur concrétion.

La physique cherche dans son domaine à reconstruire le monde, à le déduire par voie purement syllogistique d'un principe général une fois admis. Personne ne conteste que c'est là, que ça toujours été là le but avoué des physiciens (180).

Cependant, l'esprit ne pourra jamais se libérer totalement de cette nécessité. Pourtant, dans le procédé par hypothèse, il y parvient d'une certaine façon. Même si ces anticipations ne sont que probables, les hypothèses lui permettent de prévoir certains phénomènes. Et ces prévisions atteignent des faits d'autant plus nombreux que ses théories sont plus vastes. La satisfaction de l'esprit grandit à mesure que le nombre des hypothèses diminue et à mesure aussi qu'augmente le nombre de faits prédits par ces quelques hypothèses. Son idéal serait de construire une seule hypothèse assez vaste pour embrasser tous les phénomènes. La théorie de la relativité constitue un progrès dans ce sens parce qu'elle englobe la théorie de la gravitation et la dépasse.

La théorie de la relativité, écrit Einstein, est un superbe exemple du caractère fondamental du développement moderne de la théorie. C'est que les hypothèses de départ deviennent de plus en plus abstraites, de plus en plus distantes des expériences. Mais pour cela on se rapproche davantage du but scientifique par excellence, qui est d'embrasser, par déduction logique, au moyen du minimum d'hypothèses ou d'axiomes, un maximum de contenus d'expérience. De cette manière, la voie de la pensée qui, partant des axiomes, conduit aux contours d'expérience ou aux conséquences vérifiables, devient de plus en plus longue et subtile (181).

Quand le savant ne perçoit pas la cause de certaines connexions entre les faits, il essaie d'imaginer une explication. Son procédé équivaut un peu à un saut dans l'inconnu. Il essaie de devancer l'expérience, d'aller au delà de ce que les faits lui apprennent pour l'instant, confiant que l'expérience viendra plus tard confirmer l'opportunité de cette démarche.

Lorsque Galilée fit rouler ses boules sur un plan incliné avec une accélération (déterminée et) choisie par lui-même, ou que Toricelli fit porter à l'air un poids qu'il savait être égal à celui d'une colonne d'eau à lui connue, ou que, plus tard, Stahl transforma des métaux en chaux et celle-ci à son tour en métal, en y retranchant ou en y ajoutant certains éléments, alors ce fut une nouvelle lumière pour tous les physiciens. Ils comprirent que la raison n'aperçoit que ce qu'elle produit elle-même d'après ses propres plans, qu'elle doit prendre les devants avec les principes qui déterminent ses jugements suivant des lois constantes et forcer la nature à répondre à ses questions, au lieu de se laisser conduire par elle comme à la lisière; car autrement nos observations faites à hasard et sans aucun plan tracé d'avance ne sauraient se rattacher à une loi nécessaire, ce que cherche et exige pourtant la raison. Celle-ci doit se présenter à la nature tenant d'une main ses principes, qui seuls peuvent donner à des phénomènes concordants l'autorité de lois, et de l'autre l'expérimentation, telle qu'elle l'imagine d'après ces mêmes principes. Elle lui demande de l'instruire, non comme un écolier qui se laisse dire tout ce qui plaît

au maître, mais comme un juge en fonctions, qui contraint les témoins à répondre aux questions qu'il leur adresse. La physique est donc redevable de l'heureuse révolution qui s'est opérée dans sa méthode à cette simple idée, qu'elle doit chercher et non imaginer dans la nature conformément aux idées que la raison même y transporte, ce qu'elle doit en apprendre, et dont elle ne pourrait rien savoir par elle-même. C'est ainsi qu'elle est entrée d'abord dans le surschenia de la science après n'avoir fait pendant tant de siècles que tâtonner (182).

Bien que cela semble assez paradoxal à première vue, on peut néanmoins affirmer que cette méthode d'anticipation de la réalité est un procédé naturel à l'esprit. Chacun se bute à tout moment à des faits qui semble défier toute explication. L'homme de la rue dira: "Ce doit être à cause de ceci ou de cela", sans pousser plus loin ses recherches. Au contraire, le savant consultera tout l'acquis des sciences avant de tenter une explication; il s'attardera ensuite à la soumettre à l'expérience.

(Chaque homme, écrit Claude Bernard, se fait de prime

abord des idées sur ce qu'il voit, et il est porté à interpréter les phénomènes de la nature par anticipation, avant de les connaître par expérience. Cette tendance est spontanée; une idée préconçue a toujours été et sera toujours le premier élan d'un esprit investigateur. Mais la méthode expérimentale a pour objet de transformer cette conception a priori, fondée sur une intuition ou un sentiment vague des choses, en une interprétation a posteriori établie sur l'étude expérimentale des phénomènes. C'est pourquoi on a aussi appelé la méthode expérimentale, la méthode a posteriori (183).

Il y a un semblant de contradiction à dire que la méthode expérimentale doit procéder en anticipant l'expérience. On pourrait croire que cette démarche condamne l'esprit à vivre dans un monde

de vagues suppositions. Mais cette objection ne tient pas, si on considère que le rôle de l'hypothèse est purement fonctionnel. En outre, nous pouvons juger de la valeur de ce procédé par un critère purement pragmatique: la valeur des résultats. Bacon conseillait au savant de tester ses semelles de plomb pour ne point s'écarter des faits. Mais l'histoire de la science nous apprend que ce conseil est plutôt néfaste et que la science ne progresse pas par le seul fait que des aides de laboratoires accumulent des faits. L'accumulation des faits et leur généralisation conduisent à la position de propositions expérimentales, formant des lois approchées. Mais elles ne nous disent rien de clair et d'explicite sur le pourquoi de ces lois. Elles nous fournissent seulement quelques suggestions: elles nous indiquent, par exemple, dans quelle direction l'esprit doit probablement s'avancer dans ses tentatives d'anticiper la nature.

....These who refuse to go beyond facts rarely get as far as fact; and any one who has studied the history of science knows that almost every great step there in has been made by 'anticipation of nature' that is, by the invention of hypotheses which, ^{though} verifiable, often had little foundation to start with, and not infrequently, in spite of a long career of usefulness, turned out to be wholly erroneous in the long run (184).

One is obliged to say...not that any hypothesis is proved by being derived from the data, but that it is given a certain probability, by virtue of the more or less definite hints offered by the data. Data do not imply an hypothesis, they merely suggest it. The function of hypotheses in the total scientific situation makes it extremely unpalatable that an explanatory conception could be read out of the data in a necessary way. Hypotheses, served as instruments of anticipation; they are devices by which the accumulated knowledge of nature is combined with the imaginative envisagement of possibilities, in such a way as to predict the character of the still unexplored portions of nature (185).

1/6 of 184

1/6

Dans la création de cet instrument qui lui servira à découvrir de nouveaux faits, l'esprit peut réclamer une grande liberté. Il se laissera bien guider par les faits déjà connus; mais ceux-ci serviront surtout de tremplin pour en anticiper d'autres. Il aura même la permission de formuler des hypothèses opposées à celles qui existent déjà. Ces 'extravagances' ne seront justifiées qu'a posteriori, par la valeur des résultats suscités. On pourra dire que ces principes sont fictifs dans une certaine mesure parce qu'ils vont au-delà des données de l'expérience et que l'explication qu'ils fournissent n'est qu'apparente et temporaire. Avant de démontrer que certaines formes existent dans la nature, notre raison procède d'abord à leur construction. Einstein est un des auteurs qui ont le plus insisté sur cet aspect de la méthode des sciences expérimentales. Il revient sans cesse sur cette idée que la connaissance ne peut pas dériver de l'expérience seule, "mais qu'il lui faut la comparaison de ce que l'esprit humain a conçu avec ce qu'il a observé" (186).

Les concepts et les principes qui sont à la base des théories, dit-il, sont des créations libres de l'esprit humain, qui ne se peuvent justifier a priori ni par la nature de l'esprit humain ni même d'une manière quelconque (187).

(On a cru) que les concepts et les lois fondamentales de la physique ne sont pas, au point de vue de la logique, des créations de l'esprit humain, mais qu'elles en ont été déduites des expériences par 'abstraction' c'est-à-dire par une voie logique. A proprement parler, c'est seulement la théorie de la relativité généralisée qui a permis de reconnaître nettement la fausseté de cette conception: en effet, cette théorie a montré que l'on pouvait, avec des fondements s'écartant beaucoup de ceux de Newton, être d'accord, d'une manière

même plus satisfaisante et plus complète que ne le permettaient les principes newtoniens, avec le domaine des faits d'expérience corrélatifs. Mais, en laissant de côté la question de supériorité, le caractère fictif des principes devient tout à fait évident, du fait que l'on peut présenter deux principes essentiellement différents qui concordent dans une large mesure avec l'expérience; cela prouve en tout cas que toute tentative de déduire logiquement d'expériences élémentaires les idées et les lois fondamentales de la mécanique est vouée à l'échec (188).

Experience can of course guide us in our choice of serviceable mathematical concepts; it cannot possibly be the source from which they are derived; experience of course remains the sole criterion of the serviceability of a mathematical construction for physics, but the truly creative principles reside in mathematics (189).

La science n'est pas une collection de lois, un catalogue de faits non reliés entre eux. Elle est une création de l'esprit humain au moyen d'idées et de concepts librement inventés. Les théories physiques essaient de former une image de la réalité et de la rattacher au vaste monde des impressions sensibles. Ainsi, nos constructions mentales se justifient seulement si, et de quelle façon, nos théories forment un tel lien (190).

Dans cette création libre, l'esprit ^{se}percède par bonds, sans suivre une voie méthodique et sans qu'il soit possible de soumettre ses démarches aux règles d'une logique rigoureuse. La connaissance du savant ne ressemble plus guère à la connaissance spéculative. Il procède maintenant comme l'artiste qui reçoit bien quelques suggestions de la nature, mais dont l'esprit crée des formes originales. Après avoir rappelé que les hypothèses de Dalton, de Huygens et de Képler allaient au-delà des données de l'expérience, Bavinck écrit:

In all three cases therefore, a real hypothesis, or in common language, an assumption was made; a supposition, which was arrived at by purely speculative methods; a product of the scientific imagination, which can no doubt be stimulated in very various ways, but in any case must perform a crea-

tive act, which is on a like plane with the productive activity of an artist (191).

Par exemple, lorsque les Grecs reconnurent qu'on pouvait considérer les mouvements des planètes comme produits par le mouvement d'une roue tournant à l'intérieur d'une autre roue, "ces roues étaient des créations de l'esprit, ajoutées aux faits perçus par les sens". Lorsque l'on en vint à considérer ces sphères et ces cercles comme simplement géométriques et non plus comme matériels, "il n'y en avait pas moins là quelque chose de produit par l'esprit et d'ajouté aux faits observés" (192). Et Whewell conclut qu'il en est de même dans toutes les découvertes. "Les faits sont connus, mais demeurent isolés et sans lien, jusqu'à ce qu'un esprit inventif fournisse, de son propre fonds, un principe de connexion. Les perles sont là, mais elle ne formeront pas un collier avant que quelqu'un apporte le fil" (193).

Cette façon de procéder introduit beaucoup d'éléments a priori dans les sciences expérimentales. Une conception est appelée apriorique dans la mesure où elle devance l'expérience, où elle contient quelque chose qui n'a pas été fourni par l'expérience. Le savant procède en construisant, en imaginant un plan destiné à représenter le réel sans que ce plan soit fourni adéquatement par le réel. Une conception apriorique vise à remplir certains espaces que le savant a dû laisser en blanc parce les données de l'expérience ne lui permettaient pas de les remplir. Il ne pouvait pas d'abord le

faire à cause du manque d'intelligibilité des objets qu'il étudiait. Il devra maintenant remplir ces espaces en procédant un peu à l'aveugle, quitte à rechercher par la suite si ces interpolations s'accordent avec l'expérience. Celle-ci n'était pas d'abord suffisante pour relier et expliquer les faits connus. L'intelligence a dû créer des conceptions aptes à jouer ce rôle. C'est ce procédé que nous qualifions d'apriorique. Planck signale que l'accumulation de faits bruts ne constitue qu'un premier stage dans la formation de la science.

The material must therefore be completed, and this must be done by filling the gaps; and this in turn is done by means of association of ideas. And associations of ideas are not the work of the understanding but the offspring of the investigator's imagination -- an activity which may be described as faith, or, more cautiously, as a working hypothesis. The essential point is that its content in one way or another goes beyond the data of experience (194).

Il semble que cette part d'a priori devienne de plus en plus considérable à mesure que la science progresse. Les faits font naître les théories et, à leur tour les théories servent à interpréter les faits. A ce compte, la théorie de la relativité contiendrait plus d'éléments a priori que toutes celles qui l'ont précédée, mais en contiendrait moins que celles qui la suivront.

Ce que le savant note comme résultat d'une expérience, ce ne sont pas seulement les faits tels que perçus par ses sens, mais surtout les faits tels qu'interprétés par des théories. E. Russell examine à ce point de vue les observations faites lors d'une éclipse

et qui ont amené la confirmation des hypothèses d'Einstein.

What in fact was given in perception was — apart from the previous arrangements — a visual pattern of dots, interpreted as a photograph of stars near the sun; a tactual-visual experience called "measuring" and finally coincidences of certain visual appearances with certain others called "numbers on a scale". At least, whether this is actually a correct account or not, it represents the sort of things that occurred. A considerable amount of theory was involved in merely measuring the photographs. And of course a vast structure was involved in interpreting the photographs as photographs of stars, and in inferring thence the course which the light from the stars had pursued. It is the theoretical element in measuring the photographs that most needs to be stressed, since it is easily overlooked (195).

Bien des principes ne sont pas dérivés de l'expérience; ils sont seulement suggérés par elles. Ils sont le fruit d'une expérience imaginée ou idéalisée, c'est-à-dire d'une expérience qu'on ne pourra jamais réaliser avec toute la précision qui serait désirable.

Nous avons vu que cette loi de l'inertie ne peut pas être dérivée directement de l'expérience, mais seulement par la pensée spéculative compatible avec l'observation. L'expérience idéalisée ne peut jamais être effectivement réalisée, bien qu'elle conduise à une intelligence profonde des expériences réelles (196).

Les principes que nous considérons comme fondamentaux dans l'étude de la nature, le principe d'inertie et celui de la conservation de l'énergie, sont des constructions de l'esprit. L'universalité et la nécessité que nous leur accordons sont fournis par l'esprit lui-même et non par la réalité. Ces principes ont été tout d'abord énoncés, dit Meyerson, "sans preuves d'aucune sorte ou ayant pour base des démonstrations purement aprioriques et...cependant, dans la suite, on est arrivé fréquemment à les considérer comme des lois entièrement empiriques" (197). Ce point est un peu difficile à admettre

parce qu'en est naturellement porté à croire que ces principes sont le résultat de la recherche expérimentale. Ce sera une des tâches de la méthodologie scientifique de s'enquérir de leur origine exacte. Que ces hypothèses soient a priori, on le voit par le fait qu'il faut les soumettre constamment à l'expérience, les modifier suivant ses indications et, finalement, les remplacer par d'autres. Cela prouve qu'en les établissant l'intelligence a devancé l'expérience.

Contrairement à celui de Kant, cet apriorisme est conscient, voulu et nécessaire. Il est justifié par toutes les découvertes auxquelles il a conduit.

La logique, écrit Duhem, veut-elle que nos hypothèses soient simplement des lois expérimentales généralisées par induction? La logique ne saurait avoir des exigences auxquelles il est impossible de satisfaire. Or, nous l'avons reconnu, il est impossible de construire une théorie par la méthode purement inductive. Newton et Ampère y ont échoué, et, cependant, ces deux génies s'étaient vantés de ne rien admettre dans leurs systèmes qui ne fût entièrement tiré de l'expérience. Nous ne répugnerons donc point à recevoir, au nombre des fondements sur lesquels reposera notre Physique, des postulats que l'expérience n'a pas fournis (198).

Aristote rappelle de temps en temps que l'explication de certains phénomènes n'est pas fournie adéquatement par la perception sensible (199). Il faut alors se contenter de supposer une solution probable, quitte à la rejeter quand les phénomènes aurent été mieux observés (200). Il reconnaît de la valeur à une théorie "obscur et fictive de bien des façons" (Einstein parle du caractère fictif des principes) (201) parce qu'elle explique mieux un plus grand nombre de faits (202). Voyons quelques exemples de ces raisonnements aprioriques, nombreux dans l'œuvre d'Aristote.

En ce qui regarde la configuration des astres, le plus raisonnable est de les supposer sphériques (203).

Admettons que tel soit le nombre des sphères célestes: il y aura donc un nombre égal de substances et de principes immobiles: d'est du moins ce qu'il est rationnel de supposer; nous laissons ici le nécessaire aux plus forts (204).

Puisqu'il est évident qu'avec le progrès de l'âge, la durée de la veille augmente, il est rationnel de supposer qu'au début du développement c'est l'inverse qui se produit, c'est-à-dire le sommeil (205).

Il est plus rationnel de supposer cela (Une explication de l'assèchement de certaines terres) que d'admettre un changement de tout l'univers pour expliquer ces faits (206).

Ces raisonnements a priori sont le plus souvent qualifiés au terme εὐχόως (probable, vraisemblable) "Ce terme, dit J.-M. Le Blond, marque alors un jugement constructif, progressif, auquel Aristote n'attache qu'une valeur probable, — succédant de l'observation ou de la déduction nécessaire à partir de l'observation" (207).

Au moyen des hypothèses, schémas logiques établis par notre raison, nous voulons savoir ce que sont les choses. Nous procédons d'un être de raison vers l'être réel. Saint Thomas montre que ce procédé, propre au dialecticien, le distingue du philosophe. Celui-ci veut établir des conclusions à partir des principes de l'être réel (ens naturae). Le dialecticien veut établir des conclusions semblables mais en partant, cette fois, d'être de raison, d'intentions secondes (ens rationis).

...Ens est duplex: ens scilicet rationis et ens naturae. Ens autem rationis dicitur proprie de illis intentionibus, quas ratio adinvenit in rebus consideratis; sicut

intentionis generis, speciei et similium, quae quidem non inveniuntur in rerum natura, sed considerationem rationis consequuntur. Et huiusmodi, scilicet ens rationis, est propria subjectum logicae. Huiusmodi autem intentiones intelligibiles, entibus naturae aequiparantur, eo quod omnia entia naturae sub consideratione rationis cadunt. Et ideo subjectum logicae ad omnia se extendit, de quibus ens naturae praedicatur. Unde concludit, quod subjectum logicae aequiparatur subjecto philosophiae, quod est ens naturae. Philosophus igitur ex principiis ipsius procedit ad probandum ea quae sunt considerata circa huiusmodi accidentia entis. Dialecticus autem procedit ad ea considerata ex intentionibus rationis, quae sunt extranea a natura rerum. Et ideo dicitur quod dialectica est tentativa, quia tentare proprium est ex principiis extraneis procedere (208).

La logique nous donne les règles qui guident le raisonnement. Mais on peut lui demander aussi de fournir certains principes dont on tentera de déduire quelque chose concernant l'être réel. Le dialecticien essayera d'arriver à une conclusion de ce genre en partant, par exemple, des notions de genre, d'espèce, d'opposé, etc.

Secundus usus est ipsius Logicae docentis, quando praebet aliis scientiis principia, et non solum formam syllogisticam, ad probationes aliquas deducendas, sicut etiam aliae scientiae ex aliis adiuvantur assumendo illarum principia, praesertim a Metaphysica. Et hunc usum convenire Logicae docet D. Thomas opus. 70. q. 6. art. 1., ubi inquit, quod ali-quando utimur Logica, prout est docens, in aliis scientiis, quia scilicet praebet aliis principia aliqua ad probandum, sicut ex intentionibus generis aut speciei vel oppositi probamus aliquid in aliis scientiis. Et in 1. Post. lect. 20. de hoc ipso ponit exemplum: 'Sicut probamus, inquit, amorem et odium pertinere ad concupiscibilem, quia contraria sunt circa idem, quae probatio sumitur ex principia logico, scilicet ex natura contrarietatis' (209).

Par exemple, la philosophie de la nature, dans sa partie strictement scientifique, illumine ses conclusions en se basant sur des principes propres à l'être réel. La logique aide le philosophe de la nature en tant qu'elle lui sert d'instrument et qu'elle met de l'ordre entre les concepts. Cependant, elle ne lui fournit pas de principes.

En dialectique, nous essayons d'illuminer l'être réel non seulement en suivant les règles de la logique, mais aussi en empruntant des principes à la logique. Grâce à des constructions que l'esprit forme, nous tentons de rejoindre le réel, nous anticipons les données de l'expérience, nous procédons sans posséder les principes propres à l'être naturel. Les textes que nous avons cités de Louis de Broglie, d'Einstein, de Bernard montrant que le raisonnement suivi en sciences expérimentales correspond à ce procédé décrit par les anciens (210). Ces "schémas logiques construits par notre raison" constituent des êtres de raison grâce auxquels nous tentons de donner une explication provisoire du réel. Saint Thomas note que, parmi les procédés suivis par l'esprit, tel est dit "rationnel" à cause de la nature de ses principes: "Ut cum aliquis procedit ad aliquid probandum ex operationibus rationis, cujusmodi sunt genus, et species, et oppositum, et hujusmodi intentiones quas logici considerant" (211).

Ce procédé permet à notre esprit de suivre l'une de ses tendances profondes. Il n'est jamais satisfait de la simple connaissance expérimentale, essentiellement imparfaite parce qu'elle implique passivité physique. Il va essayer de devancer l'expérience, d'inventer un principe, un propter quid qui lui donne provisoirement la raison des faits découverts. Il arrive à rationaliser la nature grâce aux hypothèses qu'il pose a priori.