

Science aristotélicienne et science hypothético-déductive

Pré requis : Vérité-correspondance et vérité-cohérence [pointeur]

Jean-Louis Léonhardt
CNRS-MOM

I. Problématique

Dans ce document, je voudrais présenter succinctement deux théories de la science : la théorie d'Aristote contenue dans *Métaphysique* et les quatre premiers volumes de l'*Organon*, puis la théorie hypothético-déductive élaborée tout au long du XX^e siècle, après ce que l'on peut appeler la grande crise des fondements des mathématiques, puis de la physique et aujourd'hui de toutes les sciences empiriques. D'innombrables philosophes des sciences (qui sont parfois aussi des scientifiques) ont contribué à élaborer la théorie hypothético-déductive de la science. Chacun d'eux a insisté sur un aspect de cette théorie qui suffisait le plus souvent à rompre avec les conceptions anciennes. Aussi est-il présomptueux de parler de la théorie hypothético-déductive de la science. Je vais cependant me risquer dans cette voie pour la raison fondamentale suivante : cette théorie s'impose, comme je vais le montrer, dès que l'observation du monde empirique exhibe une dualité telle que la dualité onde/corpuscule en physique quantique. Or, j'ai la conviction que toutes les sciences de la nature, de la vie ou de l'homme et de la société, présentent au moins une dualité de ce type. Citons à titre d'exemple, la dualité espèce/évolution en biologie, ou liberté/égalité en science politique. Je constate que l'immense cohorte de scientifiques d'aujourd'hui n'a aucune conscience de cet état de fait. Et cela ne les empêche pas de produire d'excellentes théories. En revanche, l'herméneutique de ces théories conduit à une grave erreur qui consiste à affirmer la vérité-correspondance de celles-ci alors qu'elles ne peuvent prétendre qu'à la vérité-cohérence. Dans le premier cas, une théorie peut légitimement s'affirmer être une explication et conduit donc à des applications techniques nécessairement bonnes, alors que l'autre ne se prétend que prédictive et autorise, sans garantie, à construire des applications techniques.

Bien que le titre ce document ne l'évoque pas, une troisième théorie de la science sera présentée : il s'agit de la science classique. Celle-ci a apporté, à partir du XVI^e siècle, des changements significatifs à la théorie de la science d'Aristote, mais elle en a conservé certains traits essentiels. Cette présentation permet de souligner que ce sont les principales innovations introduites par la science classique – introduction des instruments, usage du langage mathématique – qui ont conduit à son rejet.

II. Théorie de la science d'Aristote

Pour la Grèce classique, le terme « science » désigne cette partie de la philosophie qui permet de distinguer avec certitude les propositions vraies des propositions fausses. Le but de la science consiste à produire un discours dont toutes les propositions sont en correspondance avec le monde. Un discours scientifique prétend atteindre la certitude. La Grèce classique a produit plusieurs théories de la science. Celles-ci ont un point commun qui les distingue de toutes les théories de la connaissance produites par les diverses cultures mondiales : un discours scientifique est fondé sur des principes vrais qui permettent, à l'aide de règles logiques, de tirer un ensemble de conséquences aussi vraies que les principes. Selon les auteurs, la manière de saisir les principes et le choix des règles logiques sont divers.

Seule la théorie de la science d'Aristote est ici présentée. En effet, deux caractères très généraux caractérisent son œuvre : l'exhaustivité, par le soin extrême à n'exclure aucun des éléments constitutifs de sa théorie de la science ; la rigueur, par la précision qu'il donne à son exposé. De plus, Aristote fonde sa théorie des principes sur l'observation attentive du monde par la sensation – on dirait aujourd'hui qu'il est empiriste – ce que les principales théories des sciences ont admis par la suite.

II.1 Structure de la théorie de la science d'Aristote

Il y a deux niveaux de discours dans l'exposé d'Aristote sur la science. Le premier correspond principalement à son livre *Métaphysique* qui traite de principes universels comme le principe de contradiction qui s'applique à tous les discours de l'autre niveau. C'est à celui-ci qu'appartient la théorie de la science démonstrative exposée dans l'*Organon*. Ainsi, les principes qui permettent de fonder la logique ou toute autre science sont contraints par les principes métaphysiques. Par exemple, une fois admise la vérité-correspondance d'un principe de logique, le principe de contradiction interdit de penser que son contradictoire puisse être posé vrai. Cette structure est une des caractéristiques les plus fondamentales de la théorie de la science aristotélicienne. C'est elle qui permet de garantir l'unicité de l'univers du discours sur une partie du monde ainsi que sa complétude *de jure*.

Le premier niveau, appelé métaphysique, est spéculatif en ce sens qu'il ne fait pas appel immédiatement à la sensation. Il a pour objet de contraindre tous les discours scientifiques du deuxième niveau.

- Premier niveau. Niveau métaphysique

Aristote affirme un premier principe de contradiction sur les choses du monde :

Il est impossible qu'à la fois quelque chose soit et ne soit pas¹.

En disant cela, il admet que certaines choses existent et d'autres n'existent pas : « mulet » existe et « Centaure » n'existe pas. Ainsi admet-il l'existence d'une réalité extérieure indépendante de l'existence d'observateurs. En revanche, ce principe exclut qu'une même chose puisse exister et ne pas exister simultanément.

La notion de vérité-correspondance, [pointeur] puisqu'elle caractérise toutes les propositions, appartient au niveau métaphysique. Rappelons que pour être vraie une proposition ne doit faire intervenir que des termes existant dans le monde.

Aristote ne doute pas que le langage de tous les jours puisse produire des propositions vraies. Mais il lui reproche son manque de précision. Ainsi, remarque-t-il, il existe des mots homonymes puisque :

[le terme] animal est aussi bien un homme réel qu'un homme en peinture ; ces deux choses n'ont en effet de commun que le nom, alors que la notion désignée par le nom est différente².

Le langage catégorique est le résultat de cette réforme du langage naturel. Le langage catégorique est particulièrement simple. Toute proposition est de la forme *S est P* où *S* est le terme sujet et *P* le prédicat auquel sont ajoutés des quantificateurs universels *tout* ou *aucun* ou bien des quantificateurs particuliers du type *quelque*, affirmatifs ou négatifs. Voici, sous forme d'exemples, les quatre formes possibles d'une proposition catégorique :

Universelle Affirmative: *Tout homme est mortel.*

Universelle Négative: *Aucun homme n'est vert.*

Particulière Affirmative: *Quelques hommes sont blancs.*

Particulière Négative: *Quelques hommes ne sont pas noirs.*

¹ *Métaphysique*, B2, 996b 30, trad. Lukasiewicz (2000), p. 47.

² *Catégorie*, 1a 1-3.

Il est à noter que les propositions singulières du type *Socrate est malade* n'appartiennent pas au langage catégorique. Tous les termes doivent être universels.

La science a pour objet la connaissance de la substance du monde (*ousia* en grec). Aristote distingue bien entre « substance première », correspondant à un individu singulier identifié par un nom propre, et « substance seconde », que nous appelons aujourd'hui concept. Voici comment Aristote introduit les notions de substances premières et secondes :

La substance, au sens le plus fondamental, premier et principal du terme, c'est ce qui n'est ni affirmé d'un [terme] sujet, ni dans un sujet : par exemple, l'homme individuel ou le cheval individuel. Mais on appelle substances secondes les espèces dans lesquelles les substances prises au sens premier sont contenues, et aux espèces il faut ajouter les genres de ces espèces : par exemple, l'homme individuel [singulier] rentre dans une espèce, qui est l'homme, et le genre de cette espèce est l'animal³.

Enfin, pour satisfaire la précision du langage catégorique, tout terme doit être défini. Une définition ne garantit pas la portée existentielle du terme. Elle répond à la question : « qu'est-ce que c'est ? » et non à la question « existe-t-il ? ».

- Deuxième niveau : théorie de la science démonstrative.

Aristote nous enseigne la théorie de la science démonstrative à partir d'une science singulière qu'est la logique. Ce choix ne doit rien au hasard :

– Sa théorie logique a toutes les caractéristiques d'une science : Elle a pour objet de décrire le réel-raison de tout philosophe qui exerce l'activité de la science ; elle est fondée sur des principes vrais comme correspondance. Une fois admis quelques principes logiques, d'autres lois peuvent être énoncées, ayant la même valeur de vérité que les principes. Enfin, les lois logiques sont universelles (en tout lieu et pour toujours) et nécessaires (aucune autre loi logique ne peut être vraie). Dans ces conditions, une seule théorie logique n'est concevable et elle est *de jure* complète. Dans un des rares textes où Aristote parle de lui-même, il souligne bien légitimement la grande nouveauté de sa théorie logique, tout en admettant *de facto* certains manques :

Les Anciens, dit-il, ont abondamment disserté sur la rhétorique. Mais sur le raisonnement [syllogistique] nous n'avons rien trouvé avant nous et nous avons dû peiner longtemps dans notre travail de recherche. Nos auditeurs devront donc excuser ce qui manque encore à cette méthode et payer d'une grande reconnaissance les découvertes qu'elle apporte [*Organon*, 184a9].

– Mais la théorie logique d'Aristote présente deux propriétés tout à fait spécifiques : elle est *imbriquée* dans toutes les sciences empiriques et ses principes sont connus par l'évidence et non par la sensation. Par ailleurs, la logique est la seule science de l'homme qu'Aristote admet, la science démonstrative ayant pour objet les êtres inanimés (la physique, l'astronomie, la chimie) et les animaux (la physiologie, la biologie etc.).

La logique aristotélicienne tente de répondre à la question suivante : en admettant que la proposition catégorique *p* soit vraie comme correspondance au monde, quelles sont les propositions *q*, *r*, etc., qui peuvent être affirmées vraies ou fausses du seul fait de la vérité de *p* ? Ainsi, si l'on présuppose *p* : *tout homme est mortel* vrai comme correspondance, il est

³ *Catégorie*, 2a, 11-18.

possible d'affirmer que q : *aucun homme n'est non mortel* l'est aussi, ou que r : *quelques hommes ne sont pas mortels* est faux.

Mais Aristote cherche des lois logiques universelles, et ne peut se contenter de traiter de cas singuliers comme l'exemple précédent. Il invente un procédé, qui nous est très familier aujourd'hui, mais qui représente une véritable révolution à son époque : il exprime les propositions catégoriques à l'aide de variables en écrivant : *tout A est B*. Mais comme les variables A et B peuvent admettre des termes très variés, il est nécessaire d'exprimer le passage d'une proposition à l'autre sous forme conditionnelle :

Si tout A est B alors aucun A n'est non-B.

Ce schéma logique doit être interprété de la manière suivante : dans le cas où *tout A est B* est vrai comme correspondance au monde [pointeur], alors la vérité-correspondance de la proposition *aucun A n'est non-B* ne fait aucun doute.

Seules quelques lois logiques sont ici présentées⁴. Il est fait systématiquement appel aux diagrammes de Venn [pointeur].

Conversion des propositions universelles négatives.

Une conversion consiste à échanger les termes A et B . Elle est dite *pure* si la conclusion possède le même quantificateur que la prémisse.

Est-il vrai que : **Si aucun A n'est B alors aucun B n'est A ?**

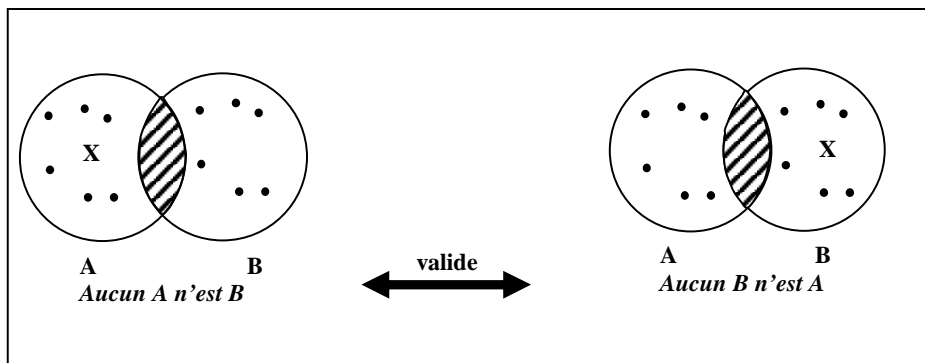


Figure n° 1 : La conversion d'une proposition universelle négative est valide

Ces deux propositions affirment que toutes les substances premières (représentées par des points) de A et B sont disjointes. Les hachures de la zone commune expriment cela. Les substances premières de A et B sont donc nécessairement dans leur lunule respective.

Au niveau langagier, ces deux propositions n'ont pas le même sens : *Aucun A n'est B* affirme la portée existentielle de A , alors que *Aucun B n'est A* précise celle de B . L'inférence est cependant valide puisque la vérité de la prémisse exige la présence de substances premières pour chaque terme.

Les propositions opposées

Pour une proposition catégorique dont la valeur de vérité est fixée, Aristote recherche les nouvelles propositions qui sont nécessairement vraies ou bien nécessairement fausses. On distingue :

⁴ Pour une présentation systématique : Léonhardt (2008), p. 47-87.

- Les propositions contradictoires qui ne peuvent être ni vraies, ni fausses en même temps,
- Les propositions contraires qui ne peuvent pas être vraies en même temps mais peuvent être toutes deux fausses,
- Les propositions sous-contraires qui peuvent être vraies simultanément mais ne peuvent pas être fausses toutes les deux.

Exemple de deux propositions contradictoires : *Tout A est B* et *Quelque A n'est pas B*

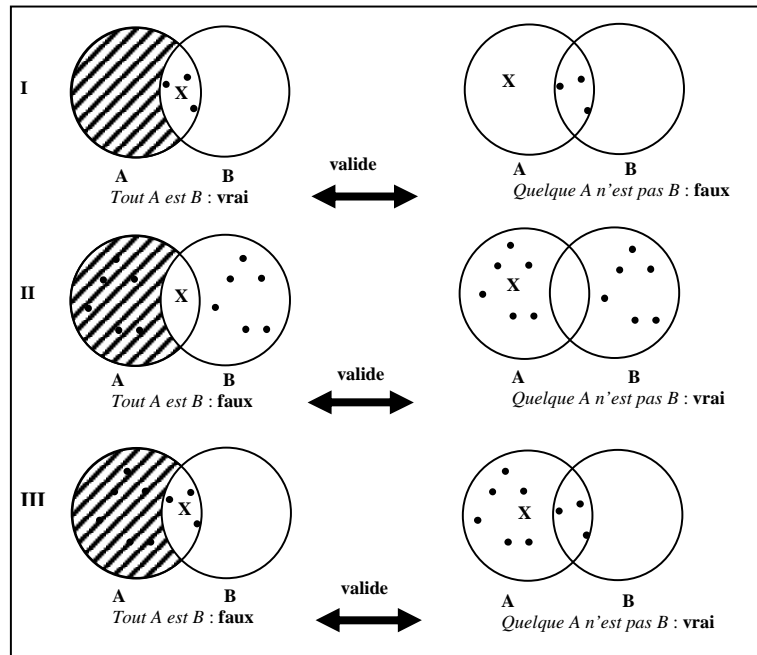


Figure n° 2 : Étude de deux propositions contradictoires

La contradiction présente une caractéristique tout à fait remarquable : tous les cas possibles d'inférences correspondantes sont valides. Du point de vue langagier, il n'y a que quatre cas puisque les lignes II et III sont identiques, la seule différence venant de la répartition différente des points du réel. Nous n'étudierons qu'un seul cas : Supposons que *Quelque A n'est pas B* soit vrai. Selon la position des points, deux cas sont possibles : II de droite à gauche et III de droite à gauche. Ils conduisent nécessairement à la conclusion : *Tout A est B* : faux.

La théorie de la déduction ou théorie des syllogismes

Un syllogisme se compose de trois termes, notés *A*, *B*, *M*, unis deux à deux dans trois propositions élémentaires, chacun d'eux revenant deux fois. Les deux premières propositions sont appelées prémisses et contiennent nécessairement une occurrence du terme moyen *M*, la dernière est la conclusion et a pour sujet le terme mineur *A* et pour attribut le terme majeur *B*. Notons que cette description décrit l'ensemble des syllogismes possibles alors que, pour Aristote, le mot syllogisme ne concerne que les syllogismes valides.

Voici un exemple de syllogisme valide :

Prémisses : *Tous les philosophes sont des hommes,*
Tous les hommes sont mortels,
 Conclusion : *Tous les philosophes sont mortels.*

Mais, pour être une science, les lois logiques doivent être universelles, aussi Aristote représente les syllogismes à l'aide de variables, ce qui impose la forme suivante :

Si Tout A est M et tout M est B alors Tout A est B.

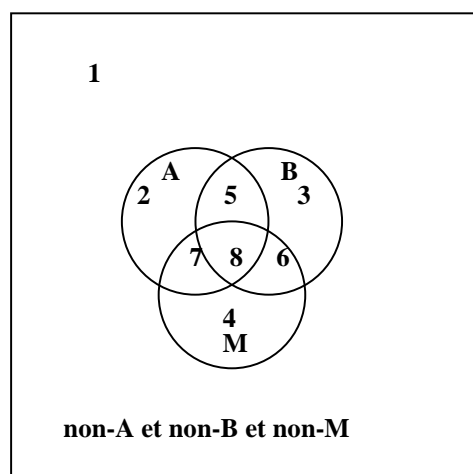
Le conditionnel ne porte pas sur la validité du syllogisme mais indique que la conclusion *Tout A est B* n'est vraie comme correspondance qu'à la condition que les deux prémisses soient elles-mêmes vraies.

Il est aisé de montrer⁵ qu'il y a 256 syllogismes possibles. Aristote eut l'immense mérite d'identifier sans erreur 14 des 18 syllogismes valides alors que rien de semblable n'avait été fait avant lui. Il est bien légitime de le considérer comme le premier logicien. Mieux encore, sa théorie logique a été acceptée unanimement jusqu'au XIX^e siècle. C'est ainsi que Kant écrit en 1781 :

Que la logique ait suivi depuis les temps les plus anciens ce chemin sûr, le fait qui le montre est que, depuis Aristote, elle n'a pas eu besoin de faire un pas en arrière [...]. Il est encore remarquable à son propos que, jusqu'ici, elle n'a pu faire un seul pas en avant, et qu'ainsi, selon toute apparence, elle semble close et achevée. [*La Critique de la raison pure*, B VII]

La logique étant sortie parfaite de l'esprit d'Aristote, l'adage : *la logique n'a pas d'histoire* a été unanimement admis.

Les diagrammes de Venn vont nous aider à contrôler la validité d'un syllogisme. Comme celui-ci est constitué de trois termes, l'univers du discours est découpé en huit zones distinctes :



Un syllogisme est constitué de trois termes. Chaque terme est repéré par un cercle sécant aux deux autres, l'univers du discours est découpé en huit zones :

- La zone 1 représente tout ce qui est disjoint de A, de B et de M, c'est-à-dire *non-A et non-B et non-M*.
- La zone 2 contient tous les A qui sont disjoints de B et de M, c'est à-dire *A et non-B, et A et non-M*. Il en est de même de la zone 3 pour B et de la zone 4 pour M.
- Les zones 5 et 8 contiennent tous les A conjoints à B. Il en est de même, des zones 6 et 8 pour B et M et les zones 7 et 8 pour A et M.
- La zone 8 est la seule zone qui conjoint A et B et M.

Figure n° 3 : Diagramme de Venn pour trois termes

Pour qu'un syllogisme soit valide, il est nécessaire et suffisant que le diagramme représentant les deux prémisses soit identique à celui de la conclusion. Aussi représenterons-nous le diagramme des deux prémisses et vérifierons-nous qu'il représente le diagramme de la conclusion.

Parmi les 14 syllogismes, seuls deux sont présentés ici. Il s'agit des syllogismes que les médiévaux ont dénommé Barbara et Celarent. Ce choix n'est pas arbitraire. En effet, il s'agit des seuls syllogismes dont les prémisses et la conclusion sont universelles. Comme toute

⁵ Léonhardt (2008), p. 71.

science démonstrative ne s'intéresse qu'aux propositions universelles, ils jouent un rôle essentiel.

- Syllogisme Barbara

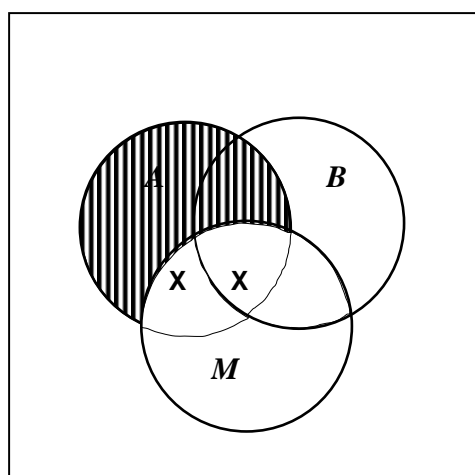
Ce syllogisme est le seul syllogisme valide à posséder une conclusion universelle affirmative.

Prémises : *Tout A est M,*

Tout M est B,

Conclusion : *Tout A est B.*

Représentons successivement les prémisses :

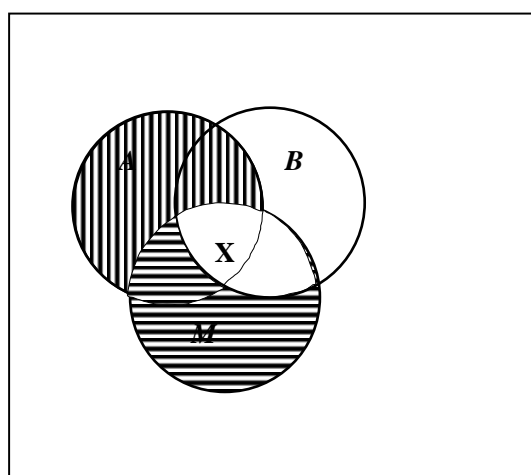


La première prémisses *Tout A est M* affirme conjoints *A* et *M*, d'où les croix dans la zone commune entre *A* et *M*. La partie de *A* disjointe de *M* ne contient aucune occurrence, d'où les traits verticaux.

non-A et *non-B* et *non-M*

Figure n° 4 : Diagramme de Venn de *Tout A est M*

Ajoutons au schéma précédent la représentation de *Tout M est B* :



La deuxième prémisses *Tout M est B* exclut tous les *M* qui ne sont pas *B*, ce qui définit la position de la croix d'existence finale.

La conclusion *Tout A est B* affirme que tous les *A* sont conjoints à *B*. C'est bien ce qu'indique le diagramme des prémisses.

Le syllogisme Barbara est valide.

non-A et *non-B* et *non-M*

Figure n° 5 : Le diagramme des deux prémisses représente bien la conclusion : *Tout A est B*.

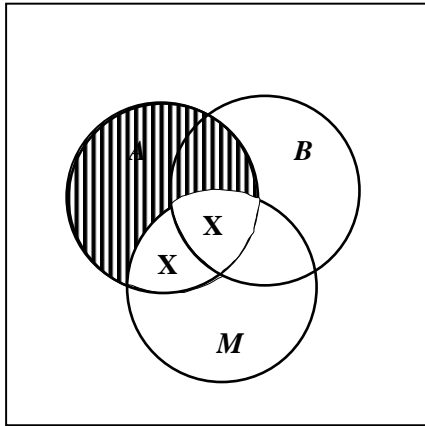
- Syllogisme Celarent

Ce syllogisme est le seul syllogisme valide à posséder une conclusion universelle négative.

Prémises : *Tout A est M,*
Aucun M n'est B,

Conclusion : *Aucun A n'est B.*

Représentons successivement les prémisses :

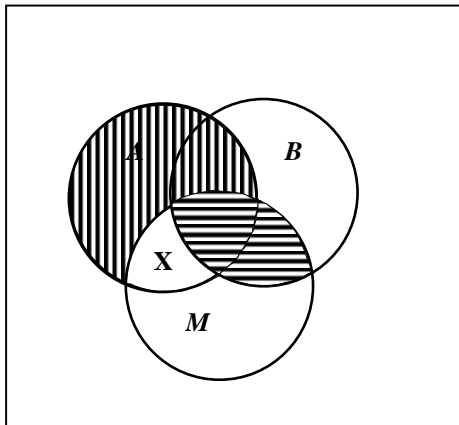


La première prémisses *Tout A est M* affirme conjoints *A et M*, d'où les croix dans la zone commune entre *A et M*. La partie de *A* disjointe de *M* ne contient aucune occurrence, d'où les traits verticaux.

non-A et non-B et non-M

Figure n° 6 : Diagramme de Venn de *Tout A est M*

Ajoutons au schéma précédent la représentation de *Aucun M n'est B* :



Aucun M n'est B affirme disjoints tous les *M* par rapport à *B*, d'où les traits d'inexistence entre *M et B*. La position définitive de la croix est alors bien définie.

La conclusion *Aucun A n'est B* affirme que tous les *A* sont disjoints à *B*. C'est bien ce qu'indique le diagramme des prémisses.

Le syllogisme Celarent est valide.

non-A et non-B et non-M

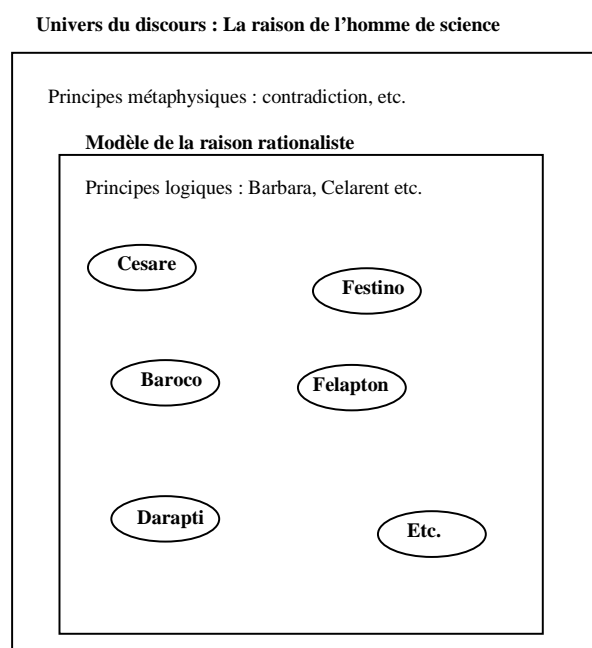
Figure n° 7 : Le diagramme représente bien la conclusion : *Aucun A n'est B*.

La logique démonstrative aristotélicienne est constituée de trois groupes de lois : les conversions, les oppositions et les syllogismes. L'exposé d'Aristote ne présente aucune erreur. Ce point doit d'autant plus être souligné qu'Aristote innove radicalement, en particulier dans son exposé sur les syllogismes. Bien évidemment, l'usage des deux formes de la déduction est tout à fait commun dans la Grèce classique, mais Aristote est le premier à

avoir donné les lois logiques Barbara et Celarent. En ce sens, il est le premier logicien. Mieux encore, il identifie les quatorze syllogismes des trois premières figures sans erreur. Ces remarques permettent de comprendre l'extraordinaire pérennité de la logique démonstrative aristotélicienne.

Mais Aristote fait plus encore. Il entreprend de transformer son discours sur la logique comme une science démonstrative : en admettant vraies quelques lois logiques appelées principes, il entreprend de démontrer les autres lois comme des conséquences nécessaires. Celles-ci sont aussi vraies que les principes. L'ensemble du discours ainsi constitué décrit une portion de la substance du monde : nous la désignerons par le modèle de la raison rationaliste⁶. Ce modèle est dominé par le principe de contradiction affirmé au niveau *Métaphysique*. Il décrit la seule manière de penser/parler le monde pour l'homme de science.

Le schéma suivant permet de représenter le modèle de la raison rationaliste :



La théorie logique d'Aristote est constituée de deux types de principes. Les principes métaphysiques sont largement discutés dans le livre *Métaphysique*. Ces principes sont affirmés avant tout discours sur la logique, ils sont *antéprédicatifs*.

Les principes logiques sont les seuls à être fondés sur l'évidence.

La démonstration a pour but de transmettre aux conséquences (ici des syllogismes représentés par une ellipse) la vérité des principes : c'est une science démonstrative. La théorie logique d'Aristote est formelle, car elle ne précise pas la valeur d'une variable. Elle est ainsi universelle.

Figure n° 8 : La logique présentée comme une science démonstrative.

En nous présentant ainsi sa théorie logique, Aristote nous expose le modèle universel de toute science démonstrative. L'ambition d'Aristote n'est pas purement logique, il veut nous donner une méthode pour produire des théories vraies comme correspondance au monde.

II.2 La saisie des principes

Que nous manque-t-il pour atteindre cet objectif ? Il nous faut quelques prémisses, propres au domaine étudié (appelées principes), qui permettent d'initier le processus déductif. Dès le début des *Seconds Analytiques*, Aristote nous annonce cette nécessité :

Si, donc, la connaissance scientifique consiste bien en ce que nous avons posé [c'est-à-dire un savoir absolu], il est nécessaire aussi que la science démonstrative parte de prémisses qui soient vraies, premières, immédiates, plus connues que la conclusion, antérieures à elle, et dont elles sont les causes [*An. post.*, 71b 19-22].

La saisie des principes et leur mode de connaissance sont explicitement abordés au chapitre 19 des *Seconds Analytiques II*, qui termine le discours d'Aristote sur la science démonstrative.

⁶ Cette expression n'est pas aristotélicienne. C'est le point de vue du logicien du XXI^e siècle.

Ce texte est bref – il représente moins de 1% de l'ensemble – mais déterminant puisque ce sont les principes qui sont à l'origine de la vérité-correspondance d'une théorie.

Contrairement à son maître Platon, Aristote fonde sa théorie des principes sur la sensation – principalement la vue – ce qui le conduit à une difficulté d'envergure : la sensation est toujours singulière, (par exemple : « ce cygne est blanc »), or la science est toujours universelle. Cette difficulté est d'autant plus grande qu'Aristote rejette explicitement toute logique inductive amplifiante⁷ nécessaire pour la saisie des principes universels. Il est impossible, ici, de décrire en détail la théorie des principes exposée au Chapitre 19 des *Seconds Analytiques*⁸.

La saisie des principes est un long processus qui s'origine dans la sensation, commune à tous les êtres animés, chaque étape exclut certains êtres et conclut que seul l'être humain est apte à saisir un terme (*logos* en grec) ayant une portée existentielle et un principe universellement vrai. Dans une deuxième approche, Aristote introduit une notion nouvelle dans l'*Organon* appelée *noûs* et que l'on peut entendre comme intelligence pratique. Le *noûs* est le principe de la saisie des principes, ce qui permet d'affirmer que cette activité n'est pas une science démonstrative et n'est pas rationnelle. La connaissance des principes n'est pas irrationnelle pour autant mais a-rationnelle.

II.3 Conclusion

Il est maintenant possible de présenter la théorie de la science démonstrative de façon générale. Au niveau métaphysique, le principe de contradiction domine. Étant affirmé *antéprédicativement*, il s'applique à toutes les propositions d'une science démonstrative particulière.

Une science est constituée de principes dont la vérité-correspondance ne fait aucun doute et de la logique qui permet de produire de nouvelles propositions aussi vraies que celles des principes. Les principes aristotéliens jouent ainsi deux rôles distincts : ils sont d'abord *principes* de la théorie, c'est-à-dire les points de départ logiques du système déductif, mais les principes sont aussi *fondements* de la théorie, car les principes nous assurent du bien-fondé de notre croyance en la vérité-correspondance de chacune des propositions du système.

Une fois posé vrai un ensemble de principes – P_1, P_2, \dots, P_i – le principe de contradiction interdit de penser qu'un seul principe contradictoire *non- P_i* puisse aussi être vrai. Aussi, un seul univers du discours sur une portion du monde est pensable. L'unicité d'une théorie particulière est une conséquence de la position du principe de contradiction au niveau métaphysique. Il est alors possible d'envisager qu'une théorie scientifique soit complète *de jure* sinon *de facto*. La figure suivante résume la structure de la théorie de la science exposée dans la *Métaphysique* et l'*Organon* :

⁷ Léonhardt (2008), p. 87-92.

⁸ Léonhardt (2008), p. 99-109.

Univers du discours : une science démonstrative

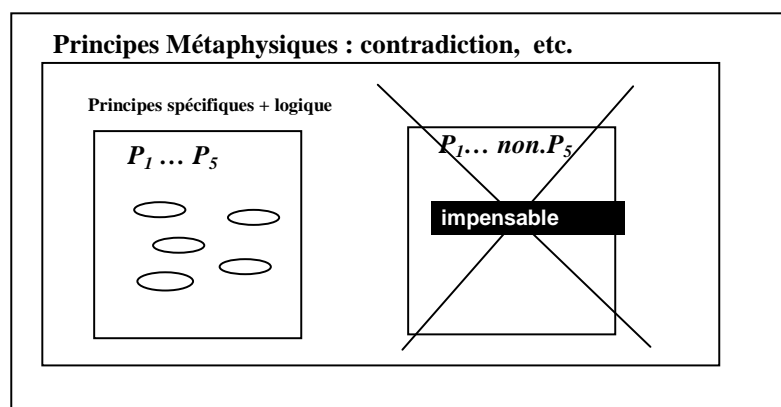
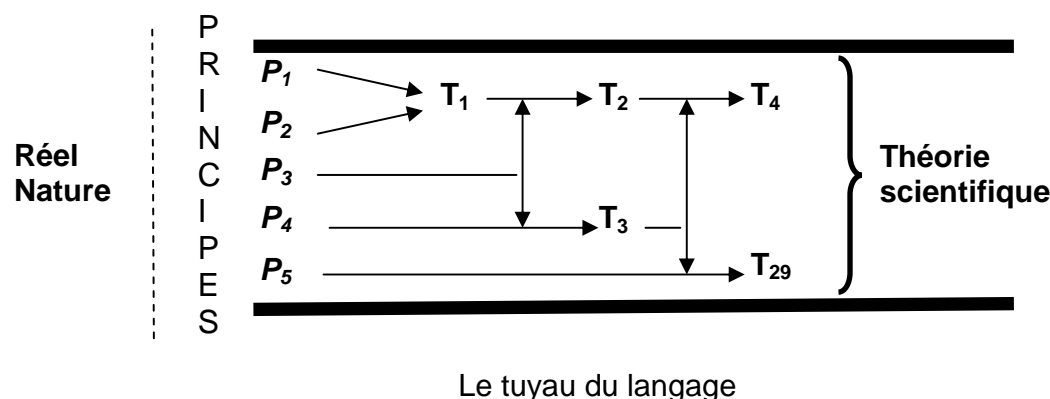


Figure n° 9 : Une science démonstrative est constituée de principes et de leurs conséquences obtenues par la logique. La position *antéprédicative* du principe de contradiction impose l'unicité d'une science démonstrative particulière.

L'activité scientifique consiste à produire un discours vrai sur le monde. Elle peut être représentée par une métaphore : soit un tuyau appelé tuyau du langage. L'activité scientifique consiste à faire entrer dans le tuyau du langage un discours en parfaite correspondance avec la Nature. La saisie des principes est absolument déterminante. Les principes servent d'interface entre la Nature (nous disons aujourd'hui le Réel) et le discours. Cette tâche achevée, la sensation ne joue plus aucun rôle. La logique déductive permet de produire de nouvelles propositions (théorèmes) aussi vraies que celles des principes. L'ensemble constitue une théorie.



Le tuyau du langage

Figure n° 10 : La métaphore du tuyau. Un théorème T_i est la conclusion d'une déduction dont l'une des prémisses est, soit un principe, soit un théorème déjà démontré. Les flèches représentent l'opération de déduction.

En achevant son enseignement sur la science démonstrative, au Lycée, dans la deuxième moitié du IV^e siècle avant J.-C., Aristote a dû éprouver une grande satisfaction. Il recherchait une théorie de la connaissance qui pouvait conduire à un savoir absolu où le moindre doute pouvait être exclu. Après avoir affronté tous les aspects de sa théorie de la science, il pouvait conclure qu'il avait atteint son objectif.

La postérité de l'enseignement d'Aristote est étonnante. Sa théorie a été acceptée par toutes les cultures, de la Méditerranée puis de toute l'Europe, à partir du XII^e siècle. Son œuvre (très partiellement abordée ici) a conduit à d'importants commentaires comme ceux d'Averroès ou

de Thomas d'Aquin. Comme nous le verrons, la science classique, à partir du XVI^e siècle, a apporté des transformations significatives sans remettre en doute l'objectif de la science comme discours vrai sur le monde.

Que pouvons-nous penser aujourd'hui de l'œuvre d'Aristote en matière de théorie de la science ? Dès 1935, Karl Popper affirmait :

Le vieil idéal scientifique de l'*épistémè*, l'idéal d'une connaissance absolument certaine et démontrable, s'est révélé être une idole. L'exigence d'objectivité scientifique rend inévitable que tout énoncé scientifique reste nécessairement et à jamais donné à titre d'essai. En effet, un énoncé peut être corroboré mais toute corroboration est relative à d'autres énoncés qui sont eux aussi proposés à titre d'essai⁹.

Une autre théorie de la science s'impose donc. Je n'aborde pas ici les raisons qui ont conduit à l'abandon de la théorie de la science d'Aristote.

III. La théorie de la science hypothético-déductive

Une toute autre doctrine de la raison de l'homme de science est concevable si l'on abandonne (au moins provisoirement) l'idée de correspondance entre un terme universel (je dirai désormais concept) et une *substance seconde* [pointeur] subsumant une infinité de *substances premières*. Cela est tout à fait compatible avec le principe ontologique de contradiction donné par Aristote. En abandonnant la correspondance entre la chose et le concept qui la désigne, nous admettons qu'un concept n'a nul besoin de portée existentielle. Dans ce nouveau cadre de référence, écrire : *A e-x-i-s-t-e* ne signifie pas que *A existe dans le monde* mais qu'il existe dans la suite du discours. Cette notion d'existence nous est familière lorsque nous lisons un roman. En faisant apparaître un nouveau personnage, nous admettons son existence, dans notre esprit, sans croire pour autant qu'il a existé ou qu'il existe dans le monde.

Maintenant, la définition de vérité-correspondance [pointeur] n'est plus acceptable puisqu'elle fait référence aux choses du monde. Nous allons voir qu'une autre définition est possible dans certaines conditions précises.

Aristote a fondé sa théorie logique sur l'évidence de quelques principes qu'il croyait en correspondance avec le réel-raison. Nous n'avons plus cette contrainte, aussi les principes (désormais appelés axiomes) sont posés librement par le logicien. Une conséquence fondamentale apparaît immédiatement : il n'y a pas une théorie logique mais une multitude, limitée uniquement par l'imagination des logiciens. L'ensemble de toutes ces théories est appelé logique symbolique.

Une logique symbolique se veut précise et exhaustive. Voici, par exemple, quelques éléments d'une logique des propositions. Nous nommerons PROPOSITIONS (ou énoncés) des choses repérées par les lettres *p, q, r...* Comment caractériser une PROPOSITION ? Elle sera définie par une valeur de vérité, choisie parmi plusieurs valeurs de vérité. Leur nombre est un choix « arbitraire » du logicien et doit faire l'objet d'un axiome. Prenons, par exemple, l'axiome de bivalence : « Un énoncé sera caractérisé par deux valeurs de vérité V ou F. ». Mais d'autres possibilités sont parfaitement envisageables.

À partir d'une ou deux propositions, il est possible de produire une nouvelle proposition en les associant par des connecteurs. En voici quelques exemples :

La NÉGATION, notée non, affecte un seul énoncé.

Les exemples suivants concernent deux énoncés : *p* ou *q*, *p* et *q* ainsi que l'implication notée si *p* alors *q*. Les connecteurs sont associés à la table de vérité suivante :

⁹ Karl Popper, *La logique de la découverte scientifique*, Payot, 1978, p. 286-287.

p	q	<u>non</u> p	p <u>ou</u> q	p <u>et</u> q	<u>si</u> p <u>alors</u> q
V	V	F	V	V	V
V	F	F	V	F	F
F	V	V	V	F	V
F	F	V	F	F	V

Figure n° 10 : Définition de quelques connecteurs.

Cette table de vérité de quelques connecteurs présuppose l'axiome de bivalence.

Les deux premières colonnes fournissent toutes les combinaisons possibles de p et q . La valeur de vérité d'un connecteur donné (une colonne) dépend des valeurs de p pour le connecteur non, ou des valeurs de p et q pour les autres. Un connecteur est totalement défini par sa table de vérité.

La notion de table de vérité peut être utilisée pour déterminer l'équivalence de deux énoncés : soit, par exemple, l'énoncé non non p . Avec notre axiomatique, la table de vérité suivante permet de démontrer qu'il a la même valeur de vérité que p .

p	<u>non</u> p	<u>non non</u> p
V	F	V
F	V	F

Figure n° 11 : Le théorème de la double négation

Pour évaluer la valeur de vérité de non non p , il faut évaluer les valeurs de vérité de la sous-expression non p (deuxième colonne). Une fois cette opération effectuée, les valeurs de vérité de l'expression recherchée sont obtenues à partir de la précédente. Les deux propositions p et non non p , ayant même valeur de vérité, sont dites équivalentes.

Les tables de vérité fournissent un outil fruste, mais efficace, pour contrôler la valeur de vérité d'un énoncé. Soit l'énoncé exprimant le théorème de contradiction : non (p et non p) :

p	<u>non</u> p	p <u>et</u> <u>non</u> p	<u>non</u> (p <u>et</u> <u>non</u> p)
V	F	F	V
F	V	F	V

Figure n° 11 : Le théorème de contradiction

p n'ayant que deux valeurs de vérité, il est facile de calculer successivement chaque élément d'un énoncé complexe. Soit non (p et non p) un théorème de l'axiomatique choisie. Celui-ci exprime que deux propositions contradictoires p et $\text{non } p$ ne peuvent être vraies simultanément ; il est donc appelé théorème de contradiction.

Quelle que soit la valeur de vérité de p , l'énoncé non (p et $\text{non } p$) possède toujours la valeur de vérité V. Ce résultat ne dépend que de l'axiome de bivalence et des axiomes relatifs aux connecteurs non et et. Il s'agit d'un théorème vrai dans cette axiomatique et il est universel puisqu'aucune contrainte n'est spécifiée pour l'énoncé p .

Toute axiomatique de logique symbolique adoptant les quelques axiomes indiqués est contrainte par le théorème de contradiction. Désormais, il est impossible qu'une axiomatique de ce type puisse contenir deux axiomes ou théorèmes contradictoires puisque le théorème de contradiction l'interdit. La définition de la vérité-cohérence [pointeur] donnée par Hilbert est désormais acceptable. Mais cet interdit est local à l'univers du discours concerné et non universel comme Aristote l'avait énoncé dans sa métaphysique.

Ce point étant capital pour comprendre le changement d'approche de la raison de l'homme de science, nous allons traiter un même exemple dans chaque cadre de référence :

Appelons **P**, la notion de parallélisme : deux droites sont parallèles si elles ne se rencontrent pas.

Point de vue de la science démonstrative d'Aristote

La notion **P** est caractérisée par son existence ou son inexistence dans le monde. **P** est en correspondance avec un certain état du monde et il a été admis que **P** existe, le principe ontologique de contradiction interdit de penser que **P** puisse ne pas exister. Cet interdit est représenté par deux traits, dans le diagramme de Venn suivant :

Univers du discours et du réel : notion de parallélisme P

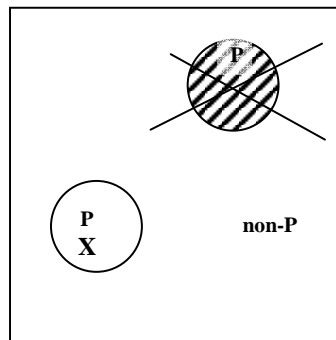


Figure n° 12 : L'interdit de penser le contradictoire chez Aristote.

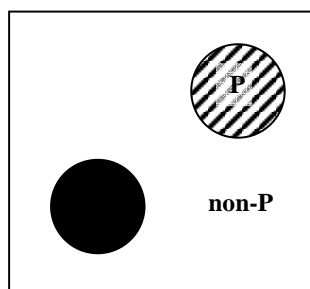
Dans le cadre de référence du modèle de la raison rationaliste, le principe ontologique de contradiction interdit d'envisager l'inexistence du terme P.

Point de vue de la logique symbolique ou du modèle de la raison antagoniste

Dans ce cadre de référence, le principe ontologique de contradiction ne représente aucune contrainte puisque l'on a abandonné toute correspondance entre un concept et le monde. Si l'on admet la logique symbolique esquissée ci-dessus, le théorème de contradiction nous interdit certes d'écrire *P e-x-i-s-t-e* et *P n'e-x-i-s-t-e pas* simultanément mais rien ne nous interdit de concevoir deux univers du discours distincts, contenant chacun un de ces axiomes. Affirmer l'un revient à nier l'autre. Dans les diagrammes de Venn, ce qui est nié est représenté en noir, car il ne s'agit pas d'un interdit de penser comme précédemment, mais

d'une impossibilité de dire quoi que ce soit à son sujet. Ce « trou noir » n'est pas identique aux deux traits de la figure précédente.

Univers du discours : **P** n'existe pas



Univers du discours : **P** existe

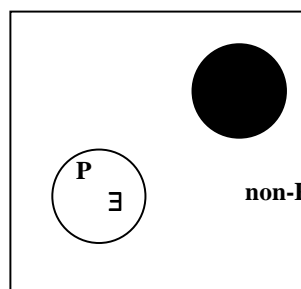


Figure n° 13 : Si l'inexistence de **P** est affirmée, alors rien ne peut être dit du cas où **P** existe. Il y a un indicible.

Figure n° 14 : L'existence de **P** est affirmée dans le discours (noté \exists), et rien ne peut être dit du cas contradictoire. Mais rien n'interdit d'y penser !

L'abandon de la correspondance entre un concept et le monde élargit considérablement nos possibilités de penser. Alors que le modèle de la raison rationaliste n'admet qu'un seul univers de discours sur l'espace (seule la géométrie euclidienne a été pensée pendant 2400 ans), le modèle de la raison antagoniste autorise, lui, autant d'univers de discours (donc de théories) sur l'espace que l'on veut, à la seule condition de respecter le théorème de contradiction. Mais la pluralité des univers de discours a un prix qui est suggéré par le trou noir des figures ci-dessus. Nous devons admettre que chaque univers du discours ne peut être exploré que partiellement. On ne peut pas tout dire au sujet de l'espace. Cette incomplétude est inhérente à la pluralité des univers du discours : elle est *de jure*.

La pluralité des univers du discours autorise l'homme de science à une posture totalement nouvelle : une fois que plusieurs axiomatiques ont été explorées, rien n'interdit de les contempler toutes d'un même regard. Ce niveau sera dit méta-logique, méta-mathématique, voire méta-physique, selon le domaine. A ce niveau, certains discours sont possibles : le plus évident consiste à constater que parmi les diverses axiomatiques posées, certains axiomes sont contradictoires entre eux (dans l'exemple traité *P e-x-i-s-t-e* et *P n'e-x-i-s-t-e pas*). A ce niveau dit méta-... on constate que le contradictoire peut être pensé sans remettre en cause l'axiomatique de logique symbolique choisie qui contient un théorème interdisant la contradiction. Mais bien d'autres considérations peuvent être faites : Eugenio Beltrami (1835-1900) démontra ce qui est probablement le premier théorème de ce type :

Théorème de méta-mathématique : « Si la géométrie euclidienne est cohérente alors les géométries hyperboliques sont cohérentes¹⁰. »

Ce théorème est bien métamathématique puisqu'il traite de toutes les géométries simultanément. Bien évidemment, ce théorème ne pouvait pas être pensé dans le cadre de la raison rationaliste puisqu'elle affirmait l'unicité d'une théorie donnée. Ce théorème n'affirme en aucun cas la cohérence d'une quelconque géométrie mais démontre que toutes les géométries sont liées de ce point de vue. Si jamais il était démontré qu'une quelconque géométrie était frappée d'une contradiction interne, alors toutes seraient incohérentes.

¹⁰ Greenberg (1997), p. 225-226.

Beltrami fait appel à l'implication puisqu'il utilise le schéma, *Si p alors q*. Le niveau méta-mathématique exige tout autant que les niveaux mathématiques une logique symbolique. Sous peine d'incohérence, tous les univers du discours d'un domaine donné doivent admettre la même théorie logique.

Nous repérons là une structure à deux niveaux que nous avons déjà signalée pour la théorie de la science aristotélicienne. Mais l'ordre d'énoncé de chaque niveau est différent. Nous avons dit que la métaphysique aristotélicienne était *antéprédicative*. Avant que plusieurs théories de l'espace aient été énoncées, il est évident qu'aucun théorème comme celui de Beltrami ne peut être pensé. Dans le cadre de référence du modèle de la raison antagoniste, le niveau méta-... est *postprédicatif*. Désormais, il sera désigné par le niveau de l'interprétation. Le théorème de Beltrami n'est pas unique. Signalons pour mémoire le théorème d'incomplétude de Kurt Gödel¹¹ qui s'applique à toute axiomatique incluant l'arithmétique ou le théorème de Bell¹² qui donne, pour toute théorie physique, les conditions pour que l'état d'un phénomène soit insensible à l'influence de phénomènes très éloignés (dits non locaux).

Résumons-nous. Si l'on abandonne toute correspondance entre un concept et le monde, une nouvelle manière de penser/parler apparaît en science. En première approximation, les discours théoriques sont des fictions. La logique symbolique ne prétend plus décrire le réel-raison, les mathématiques n'ont plus la prétention d'être le langage même de la Nature. A ce stade, aucune science ne s'affirme en correspondance avec le monde empirique.

Ce cadre de référence autorise un immense élargissement de la pensée :

- Il y a plusieurs théories logiques, dont certaines admettent un théorème de contradiction qui contraint, à l'intérieur du discours, d'exclure toute axiomatique contenant une contradiction interne. Cela permet d'admettre une nouvelle définition de la vérité, appelée vérité-cohérence [pointeur].
- Il y a plusieurs théories de l'espace. Aucune d'elle, y compris la géométrie euclidienne, ne peut prétendre décrire l'espace réel.

Il y a une contrepartie à cet élargissement :

Toute théorie, pensée dans ce cadre de référence, présente un « trou noir », un indicible à l'intérieur de son propre univers du discours : elle doit admettre une incomplétude *de jure*. Ce point fondamental a une incidence sur la notion de vérité-cohérence. En effet, la complétude est absolument nécessaire à la vérité-cohérence. Pour déclarer une axiomatique exempte de toute contradiction interne, encore faut-il être sûr que tous les théorèmes ont été exhibés. La reconnaissance de l'incomplétude *de jure* de toute théorie entraîne que la vérité-cohérence ne sera qu'une croyance et jamais une « connaissance absolument certaine et démontrable ou épistémè » selon l'expression de Karl Popper.

Enfin, la pluralité théorique impose un autre niveau de discours qui permet une interprétation de l'ensemble. Nous retrouvons les deux niveaux introduits par Aristote. Mais alors que la métaphysique était *antéprédicative*, l'interprétation est maintenant *postprédicative*.

Il nous reste à voir comment une théorie scientifique peut acquérir une certaine valeur empirique. La présentation suivante est purement logique et ne prétend pas reconstituer le processus cognitif du savant. Pour élaborer une théorie en langage mathématique, un savant doit choisir une axiomatique donnée parmi toutes les axiomatiques logiques possibles. Ce faisant, il admet un modèle de la raison antagoniste, exprimée par une axiomatique particulière de logique symbolique. Puis, pour représenter l'espace empirique, le physicien doit choisir une théorie de l'espace.

¹¹ Léonhardt (2008), p. 28-284.

¹² Léonhardt (2008), p. 332.

En choisissant un tel point de vue, le physicien affirme, à titre de conjectures, que le modèle sélectionné représente l'espace empirique. Il donne une interprétation physique à l'axiomatique correspondante. Ainsi, une droite est considérée comme une ligne sans épaisseur. Une fois interprétée comme le chemin parcouru par un pinceau lumineux, une droite aura nécessairement une certaine extension¹³. Les axiomes, initialement sans référence au monde, représentent désormais, à titre de conjecture, des phénomènes empiriques. Ils sont appelés hypothèses.

Pour constituer une *Théorie*, le physicien ajoutera d'autres hypothèses décrivant les phénomènes étudiés. À ce stade, la seule condition de rejet de la *Théorie* est l'incohérence de l'ensemble (hypothèses et théorèmes) : deux énoncés validement déduits ne peuvent être contradictoires. L'interprétation associée aux hypothèses est transmise à tous les théorèmes. Parmi ceux-ci, certains prévoient qu'un certain type de *Phénomènes* apparaît nécessairement. Une théorie étant constituée de toutes les hypothèses et leurs conséquences, nous avons l'implication :

Si *Théorie* alors *Phénomènes*

Les *Phénomènes* appartiennent à l'univers du discours théorique. Ils n'ont pas de valeur empirique évidente. Mais ces prévisions théoriques peuvent être soumises à la critique de l'expérience.

Soit Phénomène le récit, toujours singulier, de l'expérience. Deux cas sont possibles :

- Les prévisions théoriques ne concordent pas avec le récit de l'expérience. Il y a une incohérence dans le discours théorique et empirique et la théorie doit être rejetée avec certitude. Une telle théorie est dite réfutée. Le schéma logique déductif sous sa forme *modus tollens* exprime ce cas :

Si *Théorie* alors *Phénomènes*,
Or non *Phénomènes* (*Phénomènes* ≠ *Phénomène*),
Donc non *Théorie*. (Théorie fausse)

- Les prévisions théoriques concordent avec le récit de l'expérience. Notre confiance dans la cohérence du discours théorique sur le monde n'est pas atteinte. Mais nous ne pouvons pas conclure que la théorie est vraie comme correspondance. En effet, alors que les *Phénomènes* subsument, le plus souvent, une infinité d'occurrences, *Phénomène* est toujours singulier. Quel que soit le nombre de tests, il ne sera jamais du même ordre que celui des prévisions théoriques. Toute théorie est sous-déterminée par l'expérience. Notre confiance dans la vérité-cohérence est un processus illimité. La théorie est dite corroborée après qu'elle ait passé avec succès un ensemble (toujours fini) de tests.

Le schéma logique inductif suivant rend compte de ce cas :

Si *Théorie* alors *Phénomènes*,
Or *Phénomènes* (*Phénomènes* = *Phénomène*),
Donc *Théorie* (corroborée).

¹³ Roger Penrose pense qu'il est possible de donner une signification physique à une distance séparant deux POINTS de l'ordre de 10^{-20} de la taille d'une particule subatomique (neutrons, protons). En revanche, il doute qu'il soit possible d'interpréter physiquement des distances « aussi absurdement petites » que celles données par 10^{-200} de la taille d'un neutron. Penrose (1992), pp. 91-93.

La vérité-correspondance d'une *Théorie* n'est jamais affirmée, alors que sa fausseté peut être certaine ou quasi certaine. La portée existentielle des concepts d'une théorie reste à jamais problématique. Notre confiance dans la correspondance entre les objets de pensée d'une *Théorie* et les choses du monde peut être grande pour une *Théorie* largement corroborée. Cependant, il est toujours possible qu'une nouvelle expérience réfute une *Théorie* largement admise. Cette expérience peut alors détruire notre confiance dans la portée existentielle de certains concepts de la *Théorie*.

L'activité scientifique n'est pas terminée avec la corroboration d'une théorie empirique. Une interprétation postprédicative s'impose, qui concerne la correspondance de cette théorie avec le réel empirique. Ce débat est réalisé dans un univers du discours plus vaste que celui de la physique empirique puisqu'il inclut des considérations aussi diverses que le consensus de la communauté scientifique, l'esthétique de ladite théorie, voire l'éthique lorsqu'il s'agit d'applications pratiques. Cette activité est *postprédicative* et appartient en propre à l'univers du discours d'interprétation.

La figure suivante synthétise les considérations précédentes :

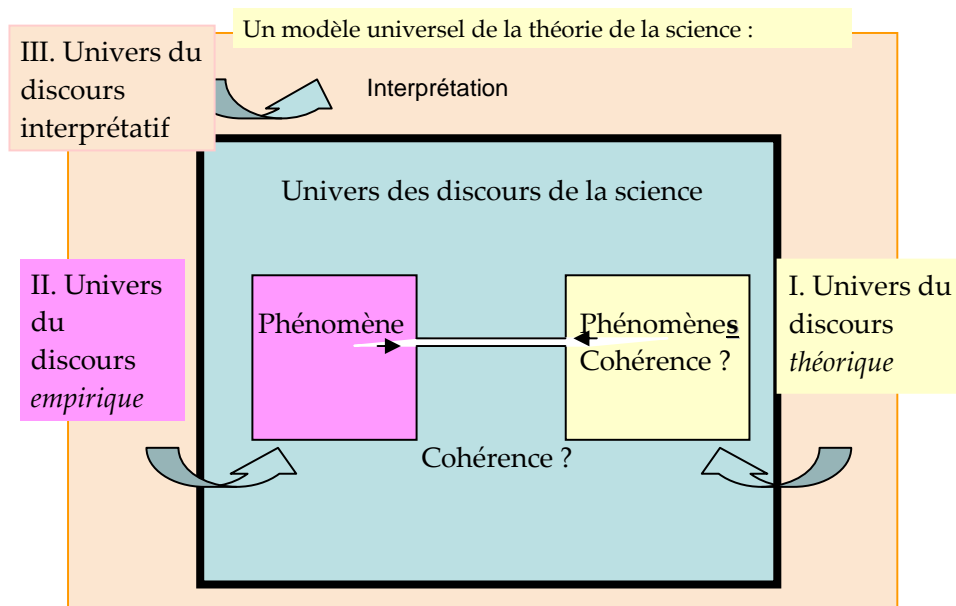


Figure n° 14 : L'activité scientifique est constituée de trois phases : I. Production d'une théorie exempte de contradictions internes. II. Recherche de la cohérence entre l'univers du discours théorique et l'univers du discours empirique. III. Interprétation *postprédicative* de l'ensemble.

J'ai affirmé que l'univers du discours théorique se rattachait au genre de la fiction. La confrontation entre les prévisions théoriques et les discours empiriques permet d'éliminer avec une grande confiance les théories fausses. De ce point de vue, l'activité scientifique n'est pas assimilable à un roman ! Inversement, la Vérité-correspondance d'une théorie scientifique peut être affirmée au niveau de l'interprétation, mais il s'agit d'un croire et non d'un savoir absolument certain.

IV Théorie de la science dite classique

La théorie de la science d'Aristote a eu une immense postérité. Quelques dizaines d'années après sa mort, Euclide écrivit *Les Éléments* qui présenta la géométrie selon les canons aristotéliens. Son livre a été à la base de la formation de tous les géomètres pendant 2400

ans, jusqu'à la publication en 1899 des *Fondements de la géométrie* de David Hilbert. Archimède (287 av. J.-C. – 212 av. J.-C.) est formé à l'école d'Euclide à Alexandrie. Entre autres inventions importantes, il développe la géométrie de l'espace, donne une valeur approchée du nombre π , et énonce les premières lois de l'hydrostatique. Ptolémée (~90-~160) reprend la théorie cosmologique d'Aristote et développe le modèle géocentrique de l'univers qui sera admis pendant près de 1500 ans. La civilisation islamique reprend et étend toute une cosmologie inspirée par Ptolémée. Ces quelques éléments historiques n'ont pour objet que de souligner la fécondité de la théorie de la science d'Aristote.

La science classique est le nom donné aux modifications importantes apportées à la conception aristotélicienne de la science, à partir du XVI^e siècle. Les acteurs de ces transformations ont souligné bien légitimement la rupture qu'apportait la science classique par rapport aux conceptions du passé. Ils étaient confortés dans cette direction par la remise en cause définitive de théories scientifiques comme le géocentrisme ou les lois fondamentales de la dynamique¹⁴. Mais ils n'ont pas vu combien la théorie aristotélicienne de la science agissait *in absentia* dans leur propre cadre de référence.

Le point de vue de la longue durée, qui est le nôtre, permet de situer autrement la science classique : elle apporte à l'évidence des transformations radicales à la théorie de la science d'Aristote mais elle en conserve aussi des traits essentiels. La théorie hypothético-déductive de la science prend acte des nouveautés apportées par la science classique, et propose une solution cohérente qui lui manquait. La théorie contemporaine de la science rejette autant la conception classique que celle d'Aristote.

Dans la suite, je souligne quelques traits essentiels des nouveautés introduites par la science classique sans cacher les difficultés, à mon sens insurmontables, qu'elles entraînent.

IV.1 La théorie des principes et le rôle des instruments

La philosophie empiriste admet comme la théorie aristotélicienne que la vérité-correspondance des principes est nécessaire pour initier le processus déductif. Mais désormais il y a deux théories des principes : la connaissance des mathématiques (principalement la géométrie euclidienne comme théorie vraie de l'espace) est connue par intuition. Tous les autres principes sont connus par l'expérience. Voici comment David Hume (1711-1776) exprime cela :

Tous les objets de la raison humaine ou de nos recherches peuvent naturellement se diviser en deux genres, à savoir les relations d'*idées* et les *faits*. Du premier genre sont les sciences de la géométrie, de l'algèbre et de l'arithmétique et, en bref, toute affirmation qui est intuitivement ou démonstrativement certaine. *Le carré de l'hypoténuse est égal au carré des deux côtés*, cette relation exprime une relation entre ces figures. [...] Les propositions de ce genre, on peut les découvrir par la seule opération de la pensée, sans dépendre de rien de ce qui existe dans l'univers¹⁵.

La dernière phrase de Hume est très certainement inacceptable pour un aristotélicien. Les principes de géométrie sont contraints par l'univers puisqu'ils sont connus par la sensation. Bien que Hume n'en dise rien, il est possible que la cohérence, largement éprouvée, de la géométrie euclidienne soit à l'origine de cette affirmation.

L'autre théorie des principes relève exclusivement de l'expérience :

Si donc nous désirons nous satisfaire au sujet de la nature de l'évidence qui nous donne la certitude des faits, il faut que nous recherchions comment nous arrivons à la connaissance de la cause à l'effet.

¹⁴ Léonhardt (2008), p. 122-126.

¹⁵ [Hume, 1983, p. 85].

J'oserai affirmer comme une proposition générale qui n'admet pas d'exception, que la connaissance de cette relation ne s'obtient en aucun cas par des raisonnements *a priori* ; mais qu'elle naît entièrement de l'expérience, quand nous trouvons que les objets particuliers sont en conjonction constante l'un avec l'autre.

Signalons tout d'abord que Hume reprend ici deux conditions de la vérité-correspondance d'un principe chez Aristote : la connaissance de la cause et son universalité. Il rejette la possibilité de toute démonstration d'un principe, pour conclure que c'est l'expérience qui nous permet d'affirmer dans le discours la conjonction de deux « objets » du monde. Nous retrouvons la définition de la vérité-correspondance.

Cette double théorie des principes est commune à tous les philosophes de la science classique. Kant reprendra la même idée en affirmant que la possibilité de toute expérience nécessite que le temps et l'espace soient des connaissances *synthétiques* (elles nous informent sur le monde) et cependant *a priori* (elles ne dépendent pas de l'expérience). L'unicité de la théorie de l'espace – la géométrie euclidienne – est admise *dogmatiquement* en ce sens qu'elle n'est jamais soumise à la critique même dans la *Critique de la raison pure* ! Pour nous, qui admettons une infinité de théories de l'espace – les géométries euclidienne et non euclidiennes –, ces affirmations sont à rejeter.

La double théorie des principes introduite par la philosophie de la science classique est radicalement nouvelle. Pour Aristote, l'unicité de la théorie de la science est une condition préalable de son aptitude à produire des théories vraies. A l'âge classique, aucun philosophe n'a affronté des difficultés du type suivant : les notions de vérité, selon chaque théorie des principes, sont-elles équivalentes ? En affirmant que les principes de géométrie « ne dépendent de rien de ce qui existe dans l'univers », alors que tous les autres ne dépendent que de l'expérience, Hume indique qu'il s'agit bien de connaissances d'origines différentes. La théorie hypothético-déductive contemporaine réunit la théorie des principes en affirmant que les axiomes sont posés « arbitrairement » et que c'est l'absence de contradiction entre les prévisions théoriques et les récits de l'expérience qui nous fait admettre provisoirement une théorie. La vérité-correspondance d'une théorie ne peut être discutée que dans l'univers du discours *postprédicatif* de l'interprétation. Il ne s'agit plus d'un savoir certain – *épistémè* – comme l'affirmait Aristote, mais d'un croire !

Le terme expérience est entendu de façon nouvelle par la science classique. Pour Aristote, l'expérience joue un rôle fondamental dans sa théorie des principes. Il appelle « expérience » le résultat unique, obtenu après beaucoup d'observations, et exprimé par l'énoncé d'un principe¹⁶.

C'est ainsi que, de la sensation se produit un souvenir, comme nous disons, et d'un souvenir souvent répété de la même chose naît une expérience.

Mais alors que les souvenirs sont abondants en nombre, l'expérience est « une »¹⁷.

L'expérience dont il s'agit ici est l'expérience du sujet philosophe qui exerce l'activité de la science. Elle doit se faire sans aucun intermédiaire par la contemplation (qui se dit *théoria* en grec) de la Nature *in situ*. Aristote n'ignore pas la notion d'instruments mais leur conception et leur usage relèvent d'une toute autre théorie de la connaissance qu'il appelle la *techné*. Pourquoi rejette-t-il l'usage des instruments pour la saisie des principes ? Un instrument (nous dirions un outil) a pour objet de transformer la Nature et est conçu grâce à l'imagination de l'artisan. La science, qui est un discours vrai sur la Nature, doit se méfier des instruments. La science classique a bien innové en introduisant la notion d'expérience au sens de manipulation artificielle du monde. Il s'agit même de la modification la plus importante par les effets qu'elle a eus sur notre connaissance du monde via les instruments. Le dispositif

¹⁶ Léonhardt (2008), p. 102. Traduction de Bruno Helly.

¹⁷ *Seconds Analytiques*, Chapitre 19, 100_a-100_a5.

expérimental, inventé par le savant et réalisé dans un laboratoire, a permis d'exhiber des phénomènes reproductibles permettant de conduire à des lois. Sans instrument, l'optique, le magnétisme, l'électricité, par exemple, n'auraient jamais pu être explorés. La crainte d'Aristote que les instruments modifient la Nature était-elle justifiée ? Nous pouvons répondre avec assurance aujourd'hui : très certainement ! La rencontre de la dualité onde-corpuscule, par exemple, qui ne dépend que de l'instrument choisi, en est une illustration manifeste. Heisenberg le dit clairement :

Ce que nous observons n'est pas la nature elle-même, mais la nature soumise à notre méthode de questionnement¹⁸ »

Notre méthode de questionnement s'incarne, bien entendu, dans des instruments. Jusqu'à Kant, la science classique a toujours affirmé que la science avait la Nature (ou le Réel) en perspective. Le philosophe allemand imposa une distinction fondamentale en affirmant que la « chose en soi » ou noumène est hors d'atteinte à la science, seuls les phénomènes sont connaissables. Mais comme le souligne Bernard d'Espagnat, c'est la connaissance certaine des phénomènes qui, aujourd'hui, doit être abandonnée :

Dans l'esprit de Kant, l'abandon de toute prétention à une connaissance de la chose en soi devait trouver une éclatante contrepartie dans l'assurance que nous devons y trouver de disposer, en ce qui concerne les phénomènes, d'un savoir certain, fermement assis sur le socle de nos concepts a priori. Or les avancées des mathématiques et de la physique des cent cinquante dernières années ont fortement discrédité – sous toutes ses formes – la notion de savoir synthétique a priori¹⁹.

Encore une fois, la théorie hypothético-déductive de la science tient compte dans sa démarche de questions ignorées par la science classique.

IV.2 L'usage du langage mathématique

Autant l'introduction du dispositif expérimental vient d'une tout autre tradition que celle d'Aristote, autant l'usage du langage mathématique, lui, est directement issu de l'*Organon*. Le langage catégorique est à l'évidence bien pauvre, mais comme je le montre par ailleurs²⁰, il permet d'exprimer des lois quantitatives. Je ne néglige en aucun cas l'apport des algébristes arabes qui ont introduit le concept de variables permettant d'exprimer la continuité, ni l'unification de l'algèbre et de la géométrie par Descartes. Ces améliorations sont importantes, car elles permettent d'exprimer de nouveaux concepts comme la vitesse instantanée ou l'accélération, mais on doit en fait constater que l'approche de Newton se situe bien dans le prolongement de celle d'Aristote. En effet, Newton comme Aristote partagent l'idée commune de la correspondance entre les concepts et les choses du monde. Il est alors nécessaire de distinguer le mode d'expression mathématique et l'interprétation que l'on donne au discours mathématique. À partir du XVII^e siècle, il y a eu un développement considérable de ce mode d'expression qui non seulement facilite la communication entre les savants, mais permet d'introduire des concepts nouveaux : le calcul différentiel et intégral en est un exemple typique. De même, avant les travaux sur les probabilités, de Pascal, Bernoulli ou Laplace, il était impossible d'exprimer en langage mathématique des idées aussi simples que la vraisemblance, le doute ou l'hésitation. La notion de probabilité mathématique comble ce vide. Mais les applications du calcul des probabilités se cantonnent pendant longtemps à la

¹⁸ Cité par Ronald Pine : <http://personal.tcu.edu/~dingram/edu/pine3.html>.

¹⁹ d'Espagnat (2002), p. 413.

²⁰ Léonhardt (2008), p. 122-126.

théorie des jeux de hasard, tellement il est inconcevable, depuis Aristote, que les phénomènes naturels puissent être gouvernés par le hasard. Les moyens d'expression ont changé, certes, mais l'interprétation du discours mathématique est commune, sous la réserve que Newton la généralise. Alors que pour Euclide, la géométrie se cantonne à décrire l'espace, Newton l'étend à toute la nature, en soutenant que les termes se réfèrent à des choses réelles du monde et que les énoncés mathématiques correspondent à des mécanismes se déroulant réellement dans le monde. Cette conception, souvent désignée par « réalisme épistémique²¹ » est aujourd'hui rejetée nécessairement.

Encore une fois, la philosophie des sciences contemporaine prend acte des bouleversements introduits dans l'expression du discours mathématique depuis quelques siècles mais elle impose une nouvelle interprétation en abandonnant toute correspondance *de jure* entre discours mathématique et réel empirique.

IV.2 L'invention des sciences de l'homme et de la société

Pour la Grèce classique, la science est cette partie de la philosophie qui a l'être comme visée. Elle seule peut atteindre le savoir vrai. Elle n'a aucune prétention à l'utilité sociale ou politique. Les hommes n'ont pas attendu les lois de l'hydrostatique d'Archimède pour faire naviguer des bateaux ! Son mérite consiste à avoir donné une explication au fait empirique qu'un bateau flotte sur la mer. Et cela suffit pour sa renommée.

Mais la Grèce classique n'ignore pas les activités des hommes ni leur organisation commune. Dans ce cas, il ne s'agit plus d'étudier l'être mais le devenir. La théorie de la connaissance correspondante ne vise par la vérité mais le bien ou le beau. Elle concerne aussi bien le politicien, la juste répartition des biens ou le forgeron que le poète, le sculpteur ou le peintre. Cette théorie de la connaissance peut être désignée par la *techné*.

La science classique va bouleverser cette conception. En interposant un « tube optique » entre son œil et la lune, conçu et réalisé par un artisan hollandais, Galilée a admis que les principes de la *techné* pouvaient être aussi principes de science. Au début du XVIII^e siècle, un renversement se produit : la science, dont les connaissances se sont immensément étendues par l'instrumentation, s'affirme apte à dicter à l'artisan sa manière de transformer le monde. La science devient source de la technique. Alors que pour Aristote la science était le résultat d'une contemplation du monde, elle devient « curiosité » au XVII^e siècle pour devenir « utile » un siècle plus tard avant de devenir source, non critiquée, de la « puissance » aujourd'hui²².

Les sciences, que nous appelons aujourd'hui sciences de l'homme et de la société, suivirent un chemin inverse. Considérés comme *techné* pendant des siècles, le politique avec Hobbes²³, l'économique avec Adam Smith puis l'histoire et la sociologie au XIX^e siècle, sont désormais reconnus comme *sciences*. En retour, elles se sont affirmées prescriptives via une technique de l'être-ensemble ou de la manière de bien conduire l'économie.

IV.2 Conclusion

La science classique a bien apporté des transformations radicales à la conception aristotélicienne de la science, admise jusqu'à la Renaissance.

Il faut peut-être avoir une familiarité avec l'immense effort d'Aristote en vue de l'unité de sa théorie de la science pour noter la division de la théorie des principes de la science classique.

²¹ Swirn (2000), p. 281-283.

²² Voir au chapitre 3, « la science entre contemplation et puissance » in Léonhardt (2008), p. 187-196.

²³ Voir au chapitre 3, « L'émergence de l'étude de l'homme et de la société comme science » in Léonhardt (2008), p. 196-209.

David Hume, en affirmant que la vérité des principes de la géométrie euclidienne « ne dépend de rien de ce qui existe dans l'univers », prépare l'affirmation contemporaine que les axiomes sont posés « arbitrairement » comme le dit Hilbert ou « conventionnellement » selon Poincaré. Cela ne veut pas dire que Hume ait pensé l'idée de vérité-cohérence. L'appel à l'intuition pour la connaissance de ces principes nous en dissuade. En effet, de nombreux axiomes admis aujourd'hui sont contre-intuitifs : ce n'est certainement pas l'intuition qui a fait écrire à Janos Bolyai : $P_5^{n>1}$: *Par un point extérieur à une droite, il passe plus d'une parallèle.*

De même, l'introduction de l'instrument est une transformation radicale introduite par la science classique. Elle a permis d'augmenter considérablement notre connaissance de monde empirique. Elle a beaucoup transformé la pratique des savants : dès le milieu du XVII^e siècle, un compte rendu d'expérience s'impose, incluant la description de l'instrumentation. La reproduction de l'expérience devient le critère principal de l'acceptation d'une théorie donnée, ce qui entraîne l'admission d'une logique inductive²⁴ (induction amplifiante). La vérité d'une théorie est obtenue par consensus de la communauté scientifique incarnée dans les académies des sciences. Mais surtout, l'instrumentation conduit à l'admission de la réfutation d'une théorie admise précédemment. La théorie hypothético-déductive fondée sur la vérité-cohérence a entériné cette conception en soulignant la profonde disparité entre le vrai et le faux : alors que le faux est connu avec une grande confiance, le vrai reste à jamais hypothétique.

L'extension de la science à l'homme et à la société est une autre modification radicale de la théorie de la science d'Aristote. Le social pour Aristote (le politique et l'économique) relève de la justice ou de l'éthique et non de la vérité. Ce champ ne relève pas de l'être mais du devenir, il s'agit d'une création au sens d'invention où l'imagination joue un rôle essentiel. La science classique transforme radicalement cette conception en fondant les sciences de l'homme et de la société sur des principes vrais qui conduisent nécessairement à une technique bonne et juste.

La science classique est fondée sur le modèle euclidien. Les sciences de la nature ont introduit bien évidemment les principes d'Euclide pour décrire l'espace. Les sciences de l'homme et de la société n'en avaient nul besoin mais ils ont utilisé la logique incluse dans cette théorie de l'espace. Or cette logique est celle d'Aristote qui est fondée sur la vérité-correspondance des principes, ce qui entraîne l'interdit de penser le contradictoire : c'est le modèle de raison rationaliste, œuvre d'Aristote, qui est au cœur de la pensée de la science classique.

Les philosophes empiristes anglais autant que les grands rationalistes du continent européen n'ont pas vu la dette qu'ils avaient vis-à-vis de la théorie de la science grecque. Aussi, ne pouvaient-ils avoir une attitude critique vis-à-vis d'elle. De même, ils n'ont porté aucune réflexion sur les conséquences des modifications importantes introduites. Pour ne prendre qu'un exemple, personne n'a pensé que les instruments pouvaient éventuellement changer le cours de la nature. Aujourd'hui, la dualité onde-corpuscule est un fait empirique reconnu de tous.

La théorie de la science classique a transformé la théorie de la science aristotélicienne et ces transformations ont apporté une véritable explosion d'informations sur le monde empirique, ce qui a entraîné une transformation radicale de notre relation à la nature. Mais cette théorie est entachée d'incohérences qui ne nous permettent plus d'affirmer qu'il s'agit de connaissances certaines ou *épistémè*. La théorie hypothético-déductive de la science admet les modifications de l'âge classique en remédiant à ce qui apparaît comme un « bricolage » théorique. La rencontre de dualités empiriques exige d'abandonner le principe de contradiction comme fondement universel de la pensée en science. La vérité-cohérence est

²⁴ Léonhardt (2008), p. 87-92.

une conséquence nécessaire de cette remise en ordre. La science n'a pas à renoncer pour autant à l'objectif de la philosophie grecque de la vérité-correspondance : mais celui-ci est obtenu par une herméneutique (interprétation) *postprédicative* qui engage le sujet : il s'agit d'un croire et non un savoir.

IV Conclusion

Nous avons présenté trois théories de la science :

- La théorie de la science d'Aristote frappe par sa cohérence : elle a pour objectif de produire des discours vrais comme correspondance au monde avec certitude. Pour ce faire, elle admet un principe de contradiction dit ontologique qui affirme que le Réel existe et qu'il ne peut être contradictoire. La vérité-correspondance impose que deux propositions contradictoires ne puissent en aucun cas « être pensées » vraies simultanément : il s'agit d'un interdit intersubjectif de tous ceux qui exercent cette activité. Ces affirmations sont posées vraies *antéprédicativement* dans un discours appelé métaphysique.

La théorie de la raison est présentée comme exemple paradigmatique de toute science. La logique est fondée sur des principes connus par l'évidence et elle est universelle par l'usage de variables. Elle décrit le Réel-raison de l'homme de science. Nous l'avons appelé le modèle de la raison rationaliste.

Toutes les autres sciences nécessitent la connaissance certaine de quelques principes propres au domaine étudié qui, associés à la logique formelle, permettent de produire un discours dont la vérité-correspondance ne fait l'objet d'aucun doute.

Une science donnée est fondée sur des principes : s'ils sont vrais comme correspondance alors il est impossible de penser un autre ensemble de principes dont un seul serait contradictoire avec les autres : Une théorie scientifique est nécessairement une, ce qui permet d'admettre sa complétude *de jure* sinon *de facto*. Ainsi, Aristote est en droit de penser qu'il a fondé une théorie de la connaissance qui conduit à l'*épistémè* ou connaissance certaine.

- La théorie de la science classique a apporté des modifications très importantes à la théorie aristotélicienne, ce qui a entraîné une explosion de ce qu'elle croyait être aussi des théories vraies comme correspondance. Elle n'a pas vu les multiples apories induites par ces nouveautés. Elle a admis le modèle de la raison rationaliste sans critique.
- La théorie de la science contemporaine a été conduite à reprendre sur des bases nouvelles toutes les théories antérieures. L'abandon, au moins provisoire, de la vérité-correspondance pour la vérité-cohérence lève l'interdit universel de penser le contradictoire. Désormais les principes, appelés axiomes, sont posés *arbitrairement*. Certaines axiomatiques admettent un théorème de contradiction qui donne un critère négatif de vérité : c'est l'absence de contradiction, interne à une axiomatique, qui nous permet de croire à sa vérité. En revanche, rien n'interdit de poser plusieurs axiomatiques distinctes et possédant des axiomes contradictoires entre eux. Ainsi, la pluralité des théories devient la règle ce qui conduit nécessairement à l'incomplétude de chacune d'elles : l'incomplétude d'une théorie doit être déclarée *de jure*.

La cohérence entre les discours théoriques et les récits de l'expérience ne permet pas de déclarer la vérité-correspondance d'une théorie puisque nous n'avons que des récits empiriques du passé et du présent. A chaque instant, une théorie largement corroborée par l'expérience peut devenir fautive certainement.

La rencontre de dualités empiriques, comme la dualité onde-corpuscule, ne peuvent être pensées dans le cadre de référence du modèle de la raison rationaliste. Mais celles-ci sont pensables dans le cadre de référence du modèle de la raison antagoniste, à la condition de

renoncer à la croyance que la science vise la chose en soi (la substance chez Aristote).

Elle doit renoncer aussi à la connaissance certaine des phénomènes.

Parménide avait raison de dire que « la Nature aime à se cacher ». Bernard d'Espagnat dit la même chose en affirmant que « le Réel est voilé » à la science.

Bien évidemment, une théorie largement corroborée peut faire l'objet d'une interprétation *postprédicative* dans un univers du discours plus vaste que celui de la science.

L'indicible, l'incomplétude, le résidu qu'admet toute théorie scientifique peut alors être discuté.

La théorie hypothético-déductive de la science n'est pas un raffinement des précédentes théories. Elle les remplace définitivement et elle ne s'affirme plus être une théorie vraie !

Bibliographie

- Aristote, *La Métaphysique*, trad. J. Barthélemy-Saint-Hilaire, Pocket, 1991.
- Aristote, *Organon, I Catégories, II De l'interprétation*, trad. J. Tricot, Vrin, 1997.
- Aristote, *Organon, III Les Premiers Analytiques*, trad. J. Tricot, Vrin, 1992.
- Aristote, *Organon, IV Les Seconds Analytiques*, trad. J. Tricot, Vrin, 1995.
- Aristote, *Organon, IV Les Seconds Analytiques*, trad. P. Pellegrin, Vrin, 2005. Texte bilingue, bibliographie.
- Espagnat B. (d'), *Traité de physique et de philosophie*, Fayard, 2002.
- Espagnat B. (d'), *Physique contemporaine et intelligibilité du monde*.
http://www.asmp.fr/fiches_academiciens/textacad/espagnat/lourmarin_science.pdf
- Greenberg M., *Euclidean and non-Euclidean geometries. Development and history*, Freeman, 1997. Bibliographie.
- Hume D., *Enquête sur l'entendement humain*, Flammarion, 1983.
- Kant E., *Oeuvres Philosophiques*, 3 tomes, Gallimard, 1985. Bibliographie.
- Léonhardt J.-L., *Le rationalisme est-il rationnel. L'homme de science et sa raison*, Parangon, 2008.
- Lukasiewicz J., *Du principe de contradiction chez Aristote*, L'éclat, 2000.
- Penrose R., *L'Esprit, l'ordinateur et les lois de la physique*, InterEdition, 1992.
- Pine R.: <http://personal.tcu.edu/~dingram/edu/pine3.html>
- Popper K., *La Logique de la découverte scientifique*, Payot, 1978.
- Zwirn H., *Les Limites de la connaissance*, Odile Jacob, 2000.