

# LE RAISONNEMENT

## A. Définitions & caractéristiques :

Le mot *raisonnement* désigne à la fois une action et le produit ou le résultat d'une action. C'est la raison pour laquelle on ne peut lui attribuer une définition unique. Néanmoins, on peut en premier lieu partir de la définition d'Aristote (proposée pour le syllogisme, c'est-à-dire à un raisonnement déductif).

*« Un discours tel que, certaines choses étant posées, quelque autre chose en résulte nécessairement par cela seul que les premières sont posées. »*

La logique a souvent limité son étude aux seuls raisonnements rigoureux, ceux pour lesquels la conclusion résulte nécessairement des prémisses. D'où une certaine tendance à réduire le raisonnement à la seule déduction.

Pour pouvoir étendre cette formule à tout raisonnement, même à ceux dont la conclusion ne dépend pas des prémisses de façon tout à fait stricte, il faut élargir cette définition :

*« Un discours tel que, certaines propositions étant posées et par cela seul qu'elles sont posées, quelque autre proposition en résulte soit nécessairement, soit de façon plus ou moins probable. »*

Il faut veiller cependant à ne pas confondre le couple *principe-conséquence*, qui exprime le rapport de dépendance logique entre les propositions, lequel est intemporel, avec le couple *prémisse-conclusion*, qui se rapporte au sens du parcours, à l'ordre chronologique dans lequel est engagé l'acte d'inférence.

À l'opération directe, qui conclut du principe à la conséquence, correspond une opération inverse, qui conclut de la conséquence au principe.

Si dans le sens direct les deux couples coïncident, dans le sens inverse il est malaisé de dire que de la conclusion résultent les prémisses.

## VOCABULAIRE

- *abductif* : processus permettant d'expliquer un phénomène ou une observation à partir de certains faits, événement ou lois.  
le raisonnement hypothético-déductif est une forme d'abduction.
- *acoluthe* : relie le conséquent à l'antécédent
- *affirmer* : poser comme vrai
- *apagogique* : preuve indirecte pouvant prendre la forme de l'abduction.  
le raisonnement par l'absurde est un raisonnement apagogique.
- *analyse* : solution à rebours
- *dialectique* : art du dialogue polémique voué à la recherche de la vérité.
- *hypothèse* (grec): poser au départ
- *illative* : relation rendant possible l'inférence
- *inférence* : opération par laquelle est acceptée une proposition dont la vérité n'est pas admise directement, mais en vertu de sa liaison avec d'autres propositions. un syllogisme est une inférence.
- *modus ponens* : premier trope nommé par les scolastiques en latin *ponere* signifie poser, affirmer parce qu'il porte sur des propositions affirmatives :  
« Si le premier, le second, or le premier, donc le second. »  
S'il fait jour, il fait clair. Il fait jour, donc il fait clair.
- *modus tollens* : deuxième trope nommé par les scolastiques en latin *tollere* signifie lâcher, nier parce qu'il porte sur des propositions négatives. Il s'agit de remonter de la négation du conséquent du conditionnel à la négation de son antécédent.  
« Si le premier, alors le second, or pas le second, donc pas le premier. » S'il fait jour, il fait clair. Il ne fait pas clair, donc il ne fait pas jour.

- *paralogisme* : raisonnement ou argument logique qui ne conclut pas d'une façon correcte, ou valable, mais qui contrairement au sophisme, suppose la bonne foi
- *prédictat* : terme apparaissant à la position du prédicat dans une phrase de la forme *sujet-prédictat*  
Tout homme est mortel, Socrate est un homme
- *raisonnement* : opération mentale par laquelle, de jugements donnés, on tire un jugement nouveau
- *réduction à l'impossible* = réfutation par l'absurde = raisonnement par l'absurde
- *supposition* (latin) : énoncé douteux, conjectural pouvant servir de point de départ à un raisonnement

**Il faut alors distinguer le cas où, posant d'abord comme prémisses certains principes, on en *infère* une certaine conclusion ou conséquence, et celui où, en vue d'une certaine proposition traitée alors comme conséquence, on cherche des principes qui permettent de la *démontrer*.**

Raisonner, c'est donc faire une inférence ou combiner des inférences.  
Raisonner juste, c'est faire des inférences correctes.

C'est là un art qui repose sur une aptitude naturelle, celle qui fait qu'un être est qualifié de raisonnable, mais un art qui se développe par l'exercice et par l'étude. La raison ne se constitue que par ses propres actions. L'usage de la raison n'est pas celui d'un organe immuable qui pourrait se savoir lui-même indépendamment du travail par lequel il veut poser et résoudre des problèmes singuliers. C'est dans une activité toujours particulière que la raison se constitue.

**La justesse d'une inférence ne dépend en rien de la vérité ou de la fausseté des propositions qui entrent dans le raisonnement.**

**Elle est indifférente au contenu, et se fonde uniquement sur la forme.**

Cette forme se dégage si l'on remplace, dans le raisonnement, les termes concrets qui figurent dans ses propositions et qui leur donnent leur sens et leur valeurs de vérité, par des variables indéterminées pour ne laisser subsister que les formes propositionnelles, avec entre elles, les petits mots logiques de liaison comme *et*, *donc*, qui les organisent en un raisonnement.

Exemple :

*Les hommes sont mortels,  
Socrate est un homme,  
donc Socrate est mortel.*

*Tout A est B et tout C est A, donc tout C est B.*

**Comment sait-on que le schéma ainsi obtenu est valide ?**

Lorsque, quand on le met sous la forme d'un énoncé hypothétique où la conjonction des prémisses forme l'antécédent et la conclusion le conséquent, on obtient une loi logique :

*Si tout A est B et si tout C est A, alors tout C est B.*

**C'est la vérité de la loi qui garantit la validité du schéma d'inférence. La Logique n'est plus un art de raisonner ; c'est une science au même titre que les mathématiques dont il devient d'ailleurs difficile de la séparer par une frontière bien nette ; mais c'est une science qui sert au fondement à l'art de raisonner.**

Ainsi : il n'est pas vrai que Socrate était Anglais, il n'est pas vrai que tout Anglais parle chinois, ni vrai non plus que Socrate parlait chinois ; mais il est vrai néanmoins que si Socrate eût été Anglais et que tout Anglais parlât chinois, alors Socrate eût parlé chinois.

**Ce que l'on appelle dans la pratique, un bon raisonnement, ce n'est pas un raisonnement seulement correct, c'est un raisonnement qui, de plus parvient à son but.**

**Un raisonnement est une certaine manière d'enchaîner des propositions. La propriété essentielle d'une *proposition*, celle par laquelle souvent on la définit, c'est d'être soumise à l'alternative du vrai et du faux, à l'exclusion d'une valeur tierce (Principe du tiers exclu). Le probable n'est pas proprement un intermédiaire entre le vrai et le faux :**

- ou bien nous rapportons cette probabilité à l'état insuffisant de notre connaissance, et alors n'affecte pas la proposition elle-même ;
- ou bien nous l'intégrons à la proposition et dans ce cas c'est cette proposition probabilitaire qui est affectée du vrai ou du faux, sans tiers.

Or cette bivalence a pour effet de partager nos raisonnements en deux groupes, selon qu'ils visent à établir la vérité d'une proposition, ou à faire apparaître sa fausseté :

Ils sont confirmatifs, thétiques, ou bien réfutatifs, lythiques.

A cette bivalence des jugements qu'on peut porter sur une proposition quant à sa vérité ou sa fausseté correspond l'alternative entre l'affirmation et la négation de cette proposition.

Un énoncé affirmatif peut naturellement être faux, mais reconnaître qu'il est faux signifie qu'il convient pour rétablir la vérité de la négation. Comme inversement, tenir pour vrai un énoncé négatif, c'est juger qu'il deviendrait faux si on retirait la négation.

---

La vérité d'une proposition entraîne la vérité de sa conséquence ( <i>modus ponens</i> )
---

Dans le cas d'une proposition vraie, ou tenue pour telle, l'inférence est donc légitime vers la vérité de sa conséquence.

C'est là le principe fondamental du raisonnement *thétique* ou confirmatif.

Prise dans le sens rétrograde, l'inférence ne serait pas bonne, car la vérité de la conséquence ne présuppose pas que soit nécessairement vrai tout principe dont on peut légitimement la conclure.

Exemple :

Si cet objet est en papier, il est combustible, et je puis conclure la seconde proposition de la première, mais s'il est combustible il n'est pas pour cela nécessairement en papier, la relation *illative* prise ainsi à rebours ne permettant pas de tirer une telle conclusion ; tout au plus permet-elle de conjecturer, comme une possibilité parmi d'autres.

Avec le faux c'est l'inverse

La fausseté de la conséquence présuppose celle du principe et permet donc de le réfuter, car du vrai ne peut suivre le faux (modus tollens)
--

Une conclusion négative ne peut suivre de prémisses affirmatives.

C'est le principe formel du raisonnement réfutatif ou thétique.

Tandis qu'en sens inverse, de la fausseté du principe on ne pourrait conclure à celle de sa conséquence, parce que du faux peut suivre le vrai aussi bien que le faux.

Exemple :

*Tout homme est un philosophe grec, donc l'homme Socrate est un philosophe grec.*

Le faux implique tout.
------------------------

Un principe faux entraîne une conséquence indéterminée quant à sa valeur de vérité de sorte qu'on ne peut rien conclure.

C'est cette interdiction qu'exprime d'une autre façon l'une des règles classiques de la syllogistique, selon laquelle des prémisses négatives n'engendrent pas de conclusion.

Exemple :

Si l'on pose que *Quelque homme n'est pas un philosophe grec*, on ne peut rien en tirer concernant l'homme Socrate.

---

**Conditions nécessaires et suffisantes pour la vérité et la fausseté, soit de la conséquence par rapport au principe, soit du principe par rapport à la conséquence.**

La vérité du principe est une condition suffisante de la vérité de la conséquence ; mais non pas une condition nécessaire, puisque la même conséquence vraie peut découler d'un principe faux.

Tandis que, pour la même raison, la vérité de la conséquence n'est pas une condition suffisante de la vérité du principe bien qu'elle en soit une condition nécessaire, puisqu'il est impossible qu'elle ne soit pas vraie si le principe est vrai.

Et solidairement, en partant maintenant du faux.

La fausseté de la conséquence est une condition suffisante de la fausseté du principe ; mais non pas une condition nécessaire, puisque le principe pourrait être faux sans qu'elle même le fût.

Enfin, la fausseté du principe n'est pas une condition suffisante de la fausseté de sa conséquence ; mais elle en est une condition nécessaire puisqu'il est impossible qu'il ne soit pas faux et que sa conséquence le soit, **le vrai ne pouvant engendrer le faux.**

Ces deux grands principes régulateurs du raisonnement

- **la vérité du principe commande celle de la conséquence,**
- **la fausseté de la conséquence présuppose celle du principe**

ont été reconnus et dégagés très tôt. Aristote , dès les *Topiques*, donne pour la pratique de la discussion, le double conseil suivant, où on les reconnaîtra facilement :

« En considérant la thèse en discussion, chercher une proposition dont la vérité implique celle de cette thèse, ou qui soit nécessairement vraie si elle est vraie. Si l'on veut établir la thèse, on cherchera une proposition dont la vérité implique la sienne (car si l'on montre que cette proposition est vraie, on aura du même coup démontré la thèse) ; et si l'on veut la réfuter, on cherchera une proposition qui soit vraie si elle est vraie, c'est-à-dire, qui soit une conséquence logique de la première (car si nous montrons qu'un conséquent de la thèse n'est pas vrai, nous aurons du même coup réfuté la thèse). »

Enfin, des cinq axiomes fondamentaux de la logique stoïcienne, les « indémontrés », les deux premiers correspondent au *modus ponens* et au *modus tollens*.

**Inversement, la fausseté d'une conséquence ne présuppose pas nécessairement celles de toutes les propositions qui lui ont servi de principe ; elle montre seulement qu'il y a quelque chose de faux dans le système des principes, sans indiquer expressément où gît l'erreur ni quelle est son étendue.**

**C'est sur cette dernière remarque que se fondait Pierre Duhem pour contester qu'il y ait jamais, en Physique, d'expérience vraiment cruciale, le démenti expérimental affectant non pas nécessairement la proposition même qu'on met en question, mais l'ensemble des lois qui sont présupposées, directement ou indirectement, explicitement ou implicitement, par la proposition expérimentale.**



On parle d'une *conséquence*, dont on dit qu'elle *s'ensuit* du principe ; et il faut veiller à ne pas confondre la conséquence avec la simple *consécution*, et par suite à bien distinguer, dans la locution équivoque *Si ... alors ...*, entre le sens temporel et le sens proprement conditionnel. (Une cause précède toujours un effet)

De plus, la différence réside dans l'irréversibilité temporelle des faits à laquelle s'oppose l'essentielle réversibilité des opérations logiques.

L'apparition des opérations réversibles ou opérations rationnelles est caractéristique de l'intelligence.

Ainsi la possibilité de l'opération inverse, avec, là comme ailleurs, les difficultés et les risques que comportent généralement de telles opérations. Au lieu de suivre la relation illative dans son sens normal, en descendant du principe vers la conséquence, on peut aussi, comme le suggère le mot même d'analyse, *solution à rebours*, s'aventurer à remonter le cours, en recherchant le principe d'où pourrait se conclure telle conséquence donnée ; en d'autres termes, partir de la conséquence prise comme prémisses du raisonnement, pour aboutir, comme conclusion, au principe, rompant ainsi l'association habituelle et, si l'on peut dire, normale, des couples prémisses-principe et conclusion-conséquence.

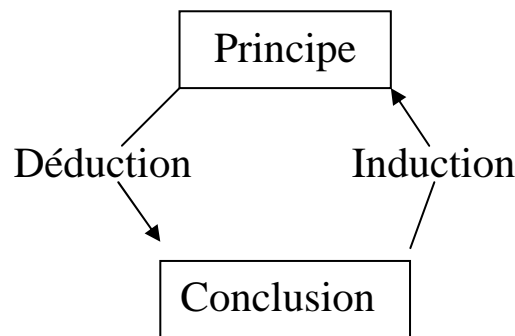
Dans le cas général, la conclusion ainsi obtenue est suspecte, et exige, pour se faire admettre, diverses opérations de contrôle : toute la méthode expérimentale repose sur un tel processus.

(Aller des effets observés aux causes qui leur ont donné naissance)

→ Colombo

## B. Classification des raisonnements

Une division traditionnelle répartit les raisonnements en deux groupes complémentaires, opposés par le sens de leur démarche : la déduction et l'induction (Analogie particulier au particulier).



Le syllogisme s'identifie pour Aristote à la déduction comme l'atteste la définition qu'il en donne. Et au sujet de l'induction, regardée comme un renversement de l'ordre naturel que suit le syllogisme, il recherche à quelles conditions un tel raisonnement est formellement correct : une telle induction se limite alors à ce que l'on qualifie de formelle, de totalisante, ou de complète.

Si la distinction a subsisté, ses termes se sont modifiés. Non seulement la déduction ne se réduit plus pour nous au seul syllogisme, mais surtout le sens du mot induction s'est dangereusement élargi. Depuis que l'usage s'est établi, à la suite de Francis Bacon (1521-1626), de voir dans l'induction la méthode par excellence des sciences expérimentales et de qualifier celles-ci d'inductives, le mot s'étend dans une acception nouvelle, qui n'efface pas pour autant l'ancienne.

Il nous laisse en présence de deux acceptions, celle du logicien et celle du physicien, dont les rapports sont objets de controverse, tel visant à les rapprocher en greffant le sens nouveau sur l'ancien, tel autre accusant au contraire la coupure.

Il en est résulté que certains ont rejeté l'induction hors d'une théorie du raisonnement. Les uns parce qu'elle n'est pas, dans le cas général, une **démarche rigoureuse**, valable par sa forme seule, et qu'elle échappe ainsi aux prises d'une logique formelle.

Les autres, comme Whewell, pour qui "l'induction n'est pas un raisonnement, mais une autre manière, différente du raisonnement de parvenir à la vérité".

Si donc il est juste de maintenir comme fondamentale, la division des raisonnements en **rigoureux** et **non rigoureux**, on ne peut la faire coïncider avec le couple déduction-induction qu'en élargissant de façon fâcheuse le sens de ce dernier mot.

On en trouve un exemple, présenté sous la forme d'un système exhaustif, chez Pierce, qui répartit les raisonnements élémentaires en trois classes : déduction, induction, **abduction** (= raisonnement hypothético-déductif).

Dans cette forme élémentaire et exemplaire de déduction qu'est le syllogisme, et plus précisément celui de la première figure, on voit qu'un tel syllogisme raisonne à partir d'une *règle* (majeure) et de la subsumption d'un *cas* (mineure) pour obtenir (conclusion) le *résultat* de cette règle dans ce cas. Par exemple :

Règle : *Tous les haricots de ce sac sont blancs*  
Cas : *Ces haricots sont tirés de ce sac.*  
Résultat : *Ces haricots sont blancs.*

Dans l'induction, on aboutit à la règle en partant d'un cas et d'un résultat :

Cas : *Ces haricots sont tirés de ce sac.*  
Résultat : *Ces haricots sont blancs.*  
Règle : *Tous les haricots de ce sac sont blancs*

Enfin, dans l'abduction, que Pierce appelle aussi hypothèse, on aboutit au cas en partant de la règle et d'un résultat :

Règle : *Tous les haricots de ce sac sont blancs*  
Résultat : *Ces haricots sont blancs.*  
Cas : *Ces haricots sont tirés de ce sac.*

Ailleurs, Pierce présente ainsi son système ternaire, en l'accordant à la hiérarchie des modalités :

la déduction prouve que quelque chose *doit* être,

l'induction montre que quelque chose *est* effectivement,

l'abduction suggère que quelque chose *pourrait* être.

« La tendance constante du processus inductif est de se corriger lui-même : c'est là son essence. La probabilité de sa conclusion consiste uniquement dans le fait que si la vraie valeur du rapport recherché n'a pas été atteinte, une extension du processus inductif conduira à une valeur de plus en plus approchée. » (Théorie des grands nombres : Bernoulli)

## C. Analyse & synthèse

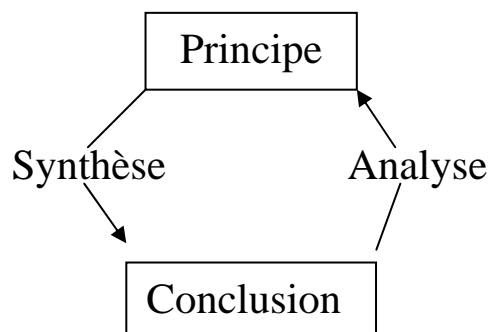
Ce paragraphe est consacré à la **distinction capitale entre la démarche progressive, directe, synthétique, et la démarche régressive, inverse analytique.**

Rappelons qu'avant l'introduction dans le langage scientifique du mot de synthèse, c'est précisément celui de démonstration, que les mathématiciens grecs opposaient à celui d'analyse, en y voyant un retour au sens direct dans l'enchaînement logique des propositions, que l'analyse avait parcourue à rebours, par régression ou réduction.

C'est donc bien dans la déduction qu'il faut faire entrer, comme l'une de ses espèces, la démonstration.

Si l'on veut répartir la diversité des raisonnements en deux grands groupes complémentaires, l'une des meilleures manières est de partir de ce fait essentiel que la relation de principe à conséquence, fondement de toute inférence, est orientée et que, partant, le raisonnement changera de caractère selon le sens dans lequel il fera l'inférence, selon qu'il progressera des principes vers la conséquence, ou qu'il remontera de la conséquence au principe.

Ces deux mouvements opposés et complémentaires sont ceux de la synthèse et de l'analyse



On peut dire pour fixer les idées que le couple synthèse-analyse se partage entre le sens du chimiste (composition-décomposition) et celui du mathématicien (progression-régression).

Une question se pose alors : l'unité est analysable ?

Voici la réponse de Leibniz :

« Plusieurs qui ont philosophé en mathématiques sur le point et sur l'unité se sont embrouillés, faute de distinguer entre la résolution en notions et la division en parties. Les parties ne sont pas toujours plus simples que le tout, quoiqu'elles soient toujours moindres que le tout. »

Comparant l'analyse et la synthèse dans l'étude de la nature, Hooke dit que

**« la première consiste à aller des causes aux effets, la seconde des effets aux causes. »**

Les mathématiciens s'accordent pour attribuer à Platon l'invention de l'analyse. Ce qu'il ne faut pas entendre tout à fait à la lettre, car avant lui les mathématiciens savaient déjà pratiquer. La découverte de Platon consiste probablement à avoir dégagé le procédé, à en avoir fait la théorie, et à avoir marqué sa solidarité avec l'autre sens du parcours : ce qui correspond au double mouvement ascendant et descendant de sa dialectique.

Exemples :

Ne pas dire

*Le thermomètre monte, par conséquent la température s'est élevée*

Mais plutôt,

*Le thermomètre monte, car la température s'est élevée*

Ne pas dire non plus,

*Le thermomètre va monter, en effet la température s'est élevée*

Mais plutôt,

*Le thermomètre va monter, car la température s'est élevée*

## D. La déduction

On définit souvent la déduction par une opération qui va du général au particulier.

Le syllogisme a pendant longtemps été tenu pour la forme exemplaire de la déduction, et même pour celle à laquelle toute déduction rigoureuse devait finalement pouvoir se réduire.

Telle était bien l'opinion d'Aristote : il reprend, pour définir le syllogisme, la définition qui convient à la déduction en général ;

**C'est avec Descartes que commence à s'accuser l'écart séparant le raisonnement mathématique, qui permet de découvrir des vérités nouvelles, et le raisonnement syllogistique, qui ne sert qu'à expliquer à autrui les choses qu'on sait déjà.**

Sur un seul et même syllogisme, et d'apparence assertorique, trois interprétations sont tolérables qui correspondent aux trois variétés possibles que nous avons reconnues pour la déduction :

**Conclure du fait au fait, de la loi à la loi, ou de la loi au fait.**

Exemple :

*Les hommes sont mortels, Socrate est un homme, donc Socrate est mortel.* (Détail voir Que Sais-je ? rouge)

Le syllogisme est composé de trois propositions. Les deux premières sont les *prémises*, la dernière la conclusion.

Il comporte trois termes (ici « homme », « mortel », « Socrate »), combinés deux à deux dans les propositions, qui sont dénommés en fonction de leur extension : *grand terme* (« mortel »), *moyen terme* (« homme ») et *petit terme* (« Socrate »). Les prémisses sont dénommées en fonction du terme qu'elles contiennent : *majeure* (1) et *mineure* (2).

---



**On la fait ordinairement coïncider avec le contraste entre la stérilité du syllogisme et la fécondité du raisonnement mathématique, dont on fournit ainsi l'explication : le syllogisme étant, pour employer le langage kantien, purement analytique, tandis que le raisonnement mathématique est synthétique.**

On connaît, sur ce point, la position d'Henri Poincaré, qu'on pourrait schématiser ainsi :

1°) le raisonnement mathématique est déductif ;

2°) la déduction se ramène au syllogisme ;

3°) le syllogisme est stérile, alors il faut nécessairement en conclure que le raisonnement mathématique est stérile ;

or l'existence même de la science mathématique obligeant à rejeter une telle conclusion, il y a donc quelque chose à changer dans les prémisses.

Poincaré rejetait la première proposition, et expliquait la fécondité du raisonnement mathématique par un appel à cette sorte d'induction que serait le raisonnement par récurrence.

A quoi s'opposait Goblot, qui rejetait, lui, la seconde proposition : la déduction syllogistique étant stérile et la déduction mathématique féconde, il fallait donc distinguer deux types de déduction, la déduction formelle, dont le type est fourni par le syllogisme, et la déduction constructive, que met en œuvre le raisonnement mathématique.

Les deux auteurs s'accordaient du moins sur la troisième proposition, celle qui affirme la stérilité du syllogisme.

« La différence spécifique de la *démonstration*, dans le genre *déduction*, consiste seulement dans le fait de prouver que sa conclusion est *vraie*, et non pas seulement qu'elle est *impliquée* par d'autres propositions, vraies ou fausses. »

**On sait qu'Aristote définissait la démonstration "le syllogisme du nécessaire", marquant par là qu'elle unissait la nécessité des principes à celle de l'inférence syllogistique.**

Cette façon de pratiquer la déduction ne se répandra que peu à peu. Ce n'est que vers 1900 qu'elle recevra un nom, lorsque Piéri forgera l'expression de système « **hypothético-déductif** ».

Ce genre de raisonnement ne se dégagera que peu à peu, et l'on pourrait de ce point de vue, en étager le développement sur trois paliers.

Le premier est nettement atteint dès l'Antiquité grecque, à la fois dans le raisonnement dialectique et dans le raisonnement scientifique.

Ainsi pour le premier, le conseil que donne Aristote pour réfuter une thèse que l'on juge fautive est de la prendre comme principe d'une déduction pour en obtenir une conséquence qui, de l'assentiment général, soit reconnue fautive. S'il tenait Zénon d'Elée pour l'inventeur de la dialectique, c'est précisément parce qu'il avait introduit un procédé de ce genre dans la discussion philosophique.

Et l'on sait que l'un des moyens dont usait Socrate pour critiquer l'opinion d'un interlocuteur était d'en tirer des conséquences manifestement fautes.

Quant au raisonnement scientifique, l'exemple qu'il nous offre est celui de la démonstration par l'absurde des mathématiciens ou, comme ils l'appelaient, la réduction à l'impossible (Hippocrate de Chios) :

On part de la proposition contradictoire de celle qu'on veut démontrer, s'installant ainsi délibérément dans le faux, et on tire comme conséquence, soit une proposition qu'il faut reconnaître comme fautive

parce qu'elle en contredit une autre dont la vérité a été antérieurement reconnue, soit à une proposition contradictoire en elle-même ou à un couple de propositions contradictoires entre elles ; dans les deux cas l'impossibilité de la conséquence rejaillit sur celle du principe d'où on l'a tirée. C'est dans le second cas que le procédé déductif mérite proprement l'appellation de démonstration par l'absurde.

Un second pas sera fait avec l'abandon, en Physique, de la méthode démonstrative, pour lui substituer la méthode expérimentale.

Considérée sous son aspect logique, cette nouvelle méthode consiste, non plus à prouver la vérité d'une conséquence jusque-là douteuse par celle du principe d'où elle se déduit, mais, tout à l'inverse, à juger de la valeur de vérité d'une hypothèse par les conséquences qu'elle implique, selon que celles-ci s'accordent ou non avec l'expérience et sont donc, vraies ou fausses. On juge l'arbre à ses fruits.

On opère ainsi une dissociation, qui s'est montrée difficile, entre ce qui, dans un système déductif, en est le principe, c'est-à-dire ce qui y est logiquement premier, et ce qui en est le *fondement*, c'est-à-dire les raisons que nous avons d'en admettre la vérité.

Dans les sciences expérimentales, les théories expliquent les faits, mais ce sont les faits qui fondent les théories.

Cet usage du raisonnement hypothético-déductif n'était sans doute pas tout à fait inconnu des Anciens.

A la suite de Platon, l'astronomie formelle se proposait de forger des hypothèses telles qu'elles permissent de "sauver les phénomènes". Aristote lui-même, dont le dogmatisme dans la théorie de la science s'accompagne souvent, dans la pratique scientifique, d'un souci d'exactitude expérimentale, s'en prend - récusant ainsi par avance ceux qui, plus tard, ne voudront se fonder que sur son autorité - à ces philosophes entêtés qui, "par amour pour leurs principes, paraissent jouer le rôle de ceux qui, dans les discussions, montent la garde autour de leurs positions. Ils sont prêts à accepter n'importe quelle conséquence, dans la conviction qu'ils sont en possession de principes vrais : comme si certains principes ne devaient pas être jugés d'après leurs résultats !".

De même, le dogmatisme de sa méthode n'empêchera pas Descartes de reconnaître, quitte à lui attribuer une valeur moindre, la légitimité de cette preuve des principes par leurs conséquences expérimentales ou, comme il dit, de la preuve des causes par leurs effets.

Mais c'est, on le sait, avec Kepler, Galilée, Pascal, Huyghens, et finalement Newton, que la physique hypothético-déductive détrônera définitivement cette physique catégorico-déductive qu'était la physique démonstrative.

Dans cette nouvelle physique, cependant, le lien avec la vérité matérielle des propositions est loin d'être rompu - le procédé déductif est employé comme moyen de preuve.

Les hypothèses de ces raisonnements déductifs sont proprement des conjectures, dont on ne sait pas encore si elles sont vraies ou fausses, mais dont on demande précisément à ces raisonnements de lever ce doute ; ce ne sont pas des postulats qu'on pose à seule fin d'en dégager les conséquences logiques, indépendamment de toute question quant à leur vérité ou leur fausseté, propre.

L'accès au troisième palier, celui où l'on atteint vraiment à un raisonnement hypothético-déductif, libéré de toute attache avec la vérité matérielle de ses propositions, sera ouvert par les mathématiciens, lorsque ceux-ci en viendront peu à peu à abandonner, ou du moins à reléguer dans les mathématiques appliquées, la conception dogmatique qui avait été pendant longtemps celle de leur science, pour réduire la mathématique pure à un système déductif suspendu à des postulats arbitrairement posés, abstraction faite de ce pourrait être leur vérité propre.

On pourra continuer de dire des formules qu'on déduira des axiomes qu'on les démontre, mais il est clair que le mot de démonstration aura perdu son sens initial, celui de l'établissement de la vérité d'une proposition à partir de principes posés catégoriquement.

On comprend bien alors la justesse de la boutade célèbre de Russell, par laquelle il caractérise la mathématique ainsi axiomatisée :

« une science où l'on ne sait ni de quoi on parle, ni si ce qu'on dit est vrai. »

## **E. Induction**

**Aristote définit l'induction comme le passage du particulier au général (c'est du moins ainsi qu'on a le plus souvent rendu la formule d'Aristote, dont la traduction littérale serait : « des chacuns aux universels »).**

**De ce point de vue, il faudra dire que « l'induction s'oppose au syllogisme », en ce qu'elle est un syllogisme renversé, une préparation au vrai syllogisme. Elle ne suit pas l'ordre naturel, elle remonte de ce qui est premier pour nous, pour notre connaissance, à ce qui est premier en soi, c'est-à-dire au principe explicatif.**

**L'induction n'est-elle pas une induction ?**

## **F. La méthode expérimentale**

La procédure que met en œuvre la méthode expérimentale ne coïncide qu'imparfaitement avec le procédé inductif, le rapprochement se fera en deux sens opposés, selon qu'on tentera d'intégrer l'induction, en conservant à ce mot le sens que lui a fixé la tradition, à la méthode expérimentale du physicien, ou qu'au contraire on modifiera la conception traditionnelle de l'induction afin de l'adapter à ce qu'est réellement cette méthode.

Il est sans doute souhaitable, contrairement à ce qu'on fait quelquefois, d'écarter dès l'abord l'identification de l'induction à l'ensemble de la méthode expérimentale. Celle-ci met en œuvre une procédure complexe qui comporte bien autre chose que des raisonnements et qui, dans ses raisonnements fait un large appel à la déduction.

On peut décomposer schématiquement cette procédure en quatre ou cinq étapes :

- 1°/ observation des faits ;
- 2°/ conception d'une loi, formulée à titre de conjecture, susceptible de régir ces faits ;
- 3°/ déduction, à partir de cette conjecture posée comme hypothèse, de conséquences contrôlables par l'expérience ;
- 4°/ contrôle expérimental de ces conséquences ; à quoi on ajoute quelquefois une cinquième étape :
- 5°/ généralisation du résultat ainsi obtenu.

Sur l'opportunité d'ajouter, sauf dans quelques cas assez exceptionnels, cette dernière étape, on peut émettre quelques doutes : même sous sa forme purement conjecturale, la loi a déjà en effet, ce caractère de généralité par rapport aux faits observés.

Mais l'introduction d'une telle étape est évidemment requise si l'on veut trouver une place pour l'induction à l'intérieur de la méthode expérimentale, tout en maintenant la conception traditionnelle d'une induction essentiellement généralisatrice. On fera alors une distinction nette entre induction et hypothèse.

## G. L'analogie

Au siècle dernier, on répartissait souvent les raisonnements en trois espèces, qu'il n'était pas rare de voir caractériser ainsi :

- la déduction qui va du général au particulier ;
- l'induction qui va particulier au général ;
- l'analogie qui va du particulier au particulier.

Une première raison qui rend difficile de préciser la nature de ce raisonnement, c'est que le mot même d'analogie flotte entre divers sens. Au sens initial, celui que lui donne Aristote, c'est l'égalité des rapports : A est à B comme C est à D.

Sa forme plus achevée est dans la proportion mathématique, celle où les termes qui ont le même rapport sont des grandeurs ; et c'est bien ce mot d'*αναλογία* dont se sert Euclide pour la désigner. Mais dans le langage usuel, le sens du mot s'est affaibli, pour désigner une certaine ressemblance entre des choses ou des qualités qui, par ailleurs, diffèrent ; ces analogies ou ressemblances pouvant être, soit « substantielles », lorsque les objets ont en commun plusieurs attributs, soit « formelles » lorsqu'ils ont en commun certaines relations entre leurs éléments.

Dès que l'égalité des rapports cesse d'être une égalité mathématique, la notion commence à se dégrader. Dans l'exemple bien connu d'Aristote, les branchies sont à l'eau comme les poumons sont à l'air, on reconnaît encore la structure d'une proportion, l'égalité des rapports ; mais on glisse déjà vers l'idée beaucoup plus vague d'une certaine ressemblance entre les branchies et les poumons.

Le sentiment de correspondance plus ou moins mystérieuse peut certes avoir une haute valeur poétique, mais son caractère foncièrement subjectif et incontrôlable lui retire toute portée cognitive. Même sous l'acception moins vague d'une identité de rapports, l'analogie n'a souvent d'autre intérêt que de susciter des

métaphores (la vieillesse, soir de la vie ; l'argent, nerf de la guerre) ou des proverbes (pierre qui roule n'amassa pas mousse ; qui veut noyer son chien l'accuse de la rage). Sur le plan de la connaissance, elle nous expose à étendre trop loin une analogie partielle.

### **Les étapes du raisonnement expérience.**

1. Le raisonnement expérimental est une démarche complexe dans laquelle on peut distinguer les étapes suivantes :

A) Une prise de connaissance du domaine sur lequel l'investigation va s'exercer.

Cette formulation est volontairement vague. De nombreux auteurs ont décrit cette première étape comme constituée par le recueil des observations. Cette description est inspirée le plus souvent par une conception positiviste simpliste. Dans un certain nombre de cas, il est vrai, le recueil de données précède l'interprétation; l'une et l'autre peuvent même être effectuées par des chercheurs différents. Ainsi les observations de Tycho Brahé sur la position des planètes ont fourni à Kepler les justifications expérimentales de sa théorie. Les physiciens, par exemple Angström, avaient observé et mesuré la longueur d'ondes de certaines raies du spectre d'émission des gaz avant que Balmer proposât la formule mathématique qui rendit compte de la distribution des raies de l'hydrogène. Il arrive que des données recueillies dans des registres d'état civil, des recensements, des relevés d'impôts fournissent des documents utilisés quelques siècles plus tard par des démographes ou des économistes.

Mais ceci n'est pas le cas général. Le recueil des données peut paraître préparer l'élaboration d'une loi. Si, mesurant la longueur d'une barre de métal à diverses températures, on porte les points dans un système de coordonnées où la température figure en abscisse et la longueur en ordonnée, on peut, en reliant les points, obtenir une courbe qui exprime la loi de la dilatation.

Mais, remarque Hempel (1972), qui propose cet exemple, la décision de considérer la longueur et la température suppose une hypothèse préalable. Il s'agit, dans le mode de relevé considéré, d'une



vérification de celle-ci (ou de la spécification de la forme quantitative de la loi) et non d'une étape qui le précéderait.

La pratique de la recherche montre que le point de départ du chercheur est une information beaucoup plus vaste que celle que peut lui donner l'observation la plus attentive. La recherche s'insère dans un courant collectif qui comporte la collecte de nombreuses informations et les interprétations de celles-ci. Le schéma qui fait partir la démarche du chercheur de la seule observation des faits ne serait valable que dans une situation purement théorique : celle d'un domaine entièrement neuf, jamais abordé par quiconque. Même les domaines nouveaux ont au moins quelques analogies avec des domaines déjà étudiés et la manière de les aborder bénéficie de connaissances générales acquises à leur propos. Parfois la recherche est provoquée par la constatation d'un fait nouveau et imprévu. Beaucoup plus souvent elle est entreprise en fonction des lacunes qui apparaissent au spécialiste.

B) L'élaboration d'une hypothèse. On développera cette étape dans la section suivante.

C) La déduction de conséquences de l'hypothèse qui soient susceptibles d'être confrontées avec les faits. La nécessité d'une déduction est fondée sur le fait que le plus souvent une hypothèse porte sur des notions et/ou des relations qui ne relèvent pas de l'observation directe ou provoquée. Un champ magnétique, un flux d'électrons, pourtant classés parmi les « réalités » physiques ne sont pas directement observables. Des concepts comme ceux d'entropie en thermodynamique, de mutation en génétique, d'inflation en économie, de motivation en psychologie, ne le sont pas davantage.

A fortiori quand il s'agit de théories concernant par exemple la nature ondulatoire ou corpusculaire de la lumière.

Même si l'hypothèse porte sur la présence d'un objet qui peut être perçu ou saisi, elle comporte une déduction qui permet de prévoir où cet objet pourra être rencontré. C'est le cas de la prévision de Leverrier sur l'emplacement d'Uranus, déterminé à partir des calculs partant des anomalies de la trajectoire de Neptune, comme plus concrètement celles qui portent sur l'emplacement d'une tumeur, ou du dépôt d'un butin ou d'un trésor.

L'existence de cette étape montre que l'opposition entre déduction et induction, lorsqu'on intègre dans cette dernière le raisonnement expérimental, n'est pas fondée.

La déduction mise en œuvre dans cette étape n'est ni mécanique, ni spéculative. Elle est nécessairement orientée vers des conséquences susceptibles d'être vérifiées : prévision d'une modification constatable dans la production d'un événement, la structure d'une substance, la survie d'un organisme, attente de différences dans les valeurs mesurées sur des échantillons soumis à des intensités différentes de la variable étudiée, etc. Le détail des contraintes est défini par la discipline au moment où la recherche est projetée. Mais le principe général est invariable : la déduction est conduite en fonction d'une stratégie du vérifiable.

D) La réalisation de l'expérience ou la collecte des données qui seront confrontées avec les prévisions déduites de l'hypothèse.

E) La confrontation des résultats observés et des résultats attendus et les conclusions qui en sont tirées sur l'accord ou le désaccord entre eux et par conséquent la vérification de l'hypothèse.

On discutera de cette étape plus longtemps ci-dessous (section 3).

**2. L'élaboration de l'hypothèse.** - L'élaboration de l'hypothèse considérée comme une invention a été souvent dramatisée.

Certains progrès scientifiques fondamentaux sont en effet liés à l'apparition d'idées qui ont provoqué une révolution et constituent un titre de gloire pour leurs auteurs (théorie héliocentrique de Copernic, théorie de l'évolution de Darwin, de la relativité d'Einstein ... ).

La part d'éléments apparemment irrationnels dans l'invention a été également soulignée : rôle d'une maturation inconsciente de l'idée, jaillissement soudain de l'invention apparaissant comme une illumination vécue plus que dirigée par l'inventeur, rapport avec l'imagerie, voire des états de rêves ou de demi-sommeil (attesté par Kekulé dans la découverte de la forme cyclique de la molécule de benzène, par Poincaré dans la découverte des fonctions fuchsiennes). Cette attitude appelle des correctifs. L'analyse des progrès scientifiques même marqués par une apparente révolution montre

qu'ils sont préparés par les faits déjà recueillis, l'insuffisance ou les contradictions des théories anciennes, l'existence de précurseurs dont les idées ne se sont pas imposées à l'époque; elle montre aussi que l'acceptation des idées neuves dépend de l'état d'ouverture de la discipline (ce qui explique l'échec des précurseurs). De même chez l'inventeur, les événements spectaculaires s'insèrent dans un train d'informations, d'analyses préalables, de mises au point ultérieures, démarches rationnelles sans lesquelles l'invention n'aurait pu avoir lieu ou n'aurait pu être exploitée. Par ailleurs la vie scientifique comporte une vaste majorité d'événements « quotidiens », de travaux discrets qui amènent des précisions sur des points de détail, des corrections, des compléments, des extensions aux connaissances acquises.

Les hypothèses qui interviennent dans ces travaux, également discrètes, dépendent très directement de celles-ci et s'insèrent étroitement dans le courant qu'elles ont développé.

Cependant il reste qu'il existe une discontinuité dans la démarche, qu'on la considère au niveau de la discipline ou du chercheur.

Les étapes ne se succèdent pas selon un enchaînement déductif où elles s'impliqueraient d'une manière nécessaire. Des activités d'analyse, de critique, de rapprochement, la transposition entre domaines distincts voire hétérogènes, l'élaboration de concepts nouveaux ou autrement définis interviennent. Elles laissent au départ, avant le contrôle expérimental, des incertitudes sur l'issue attendue. Les rapports que le chercheur publie sur son expérimentation omettent ces activités et ces risques au profit d'un enchaînement auquel il donne la forme la plus rigoureuse possible. Mais il s'agit d'une règle du jeu qui comporte une reconstruction *a posteriori*.

Si elle avait été respectée réellement, la recherche n'aurait pas été effectuée ...

**3.** La « vérification » de l'hypothèse. - le problème de la vérification de l'hypothèse relève de la réflexion épistémologique.

On a vu ci-dessus que, dans le cadre de la théorie poppérienne, une hypothèse ne pouvait jamais, au sens strict, être vérifiée. Ceci tient à ce que, entre l'hypothèse et la conséquence soumise à « vérification » il n'existe pas la liaison nécessaire qui unit les prémisses d'un

raisonnement catégorique à sa conclusion. Rien ne prouve qu'une interprétation qui n'a pas été envisagée ne s'accorderait pas avec les faits observés.

Cette vue, parfaitement valable sur le plan théorique, n'empêche pas le chercheur, engagé dans une recherche, bénéficiant du soutien de la communauté ou du groupe qui partage ses vues, de mobiliser les moyens, intellectuels et matériels permettant de défendre son approche.

A) L'évaluation qualitative des hypothèses et des résultats. - A défaut de pouvoir être strictement vérifiée, une hypothèse peut se présenter comme plus ou moins plausible (ou probable mais, bien qu'on envisage des degrés, il n'y a pas possibilité d'évaluation quantitative comme lorsqu'il s'agit de probabilité mathématique).

La plausibilité d'une interprétation paraît accrue si des interprétations alternatives sont rejetées.

S'il était possible de déterminer la totalité, le champ des hypothèses, la procédure à utiliser serait l'élimination : les hypothèses seraient testées successivement (ou simultanément dans la mesure où elles prédiraient des résultats différents d'une même expérience). Si toutes sauf une étaient écartées, cette dernière serait indiscutable. Ceci est un schéma purement théorique pour les raisons indiquées à l'instant.

Néanmoins, si plusieurs hypothèses ont été envisagées et toutes, sauf une, infirmées, la probabilité de celle qui reste paraît plus grande que si elle avait été d'emblée seule en jeu.

Divers facteurs de plausibilité ont été mentionnés la simplicité, l'ampleur du champ d'application, la similitude avec des interprétations acceptées, l'intelligibilité des mécanismes invoqués.

Ce peuvent être des raisons pour accepter une interprétation, mais ce ne sont pas des preuves au sens strict du mot.

Le chercheur ne procède pas uniquement par une démarche démonstrative. Il travaille dans un contexte social où règnent des idées dont il est lui-même plus ou moins imprégné. Sa démarche est en partie argumentative (cf. Oléron, L'argumentation, 1993) : il doit savoir défendre ses travaux auprès des confrères, des autorités, des

baillieurs de fonds, de l'opinion. Le recours à la polémique n'est pas exclu : l'histoire des sciences en révèle qui sont célèbres.

B) L'évaluation statistique. - Le développement de la théorie des probabilités et de l'inférence statistique a conduit à des moyens de décision en face des résultats expérimentaux.

Les données observées ou mesurées n'assurent pas, répétons-le, la rencontre directe avec l'objet pur de l'étude. Les moyens d'observation et de mesure ne sont pas d'une précision parfaite. Les objets, les événements sont mêlés d'« impuretés » qui altèrent leurs conditions d'apparition. Le statisticien suppose que les facteurs qui interviennent pour « perturber » la mesure ou la production des phénomènes sont de nature aléatoire. Ceci permet de tirer des résultats une évaluation de leur valeur quantitative qui les situe dans des marges définies de probabilité et, quand on en compare plusieurs, de la probabilité pour que leur écart ne soit pas dû au hasard. Le raisonnement expérimental, dans des disciplines comme la biologie, la psychologie, la sociologie, comporte le plus souvent la comparaison de groupes. Ces groupes manifestent ou ont subi inégalement l'influence du facteur dont on veut étudier l'effet (médicament, mode d'enseignement, forme de publicité ...). Certains peuvent l'avoir subi à l'état zéro : ce sont les groupes témoins. Les valeurs relevées sur chaque individu diffèrent même à l'intérieur d'un groupe (tous ne réagissent pas identiquement au médicament, à la propagande; certains peuvent ne pas réagir, se comportant comme on attend que le fassent les témoins). L'expérimentateur attend une différence entre les groupes.

Le traitement statistique permet de déterminer si les différences observées entre les moyennes peuvent être prises en considération (sont « statistiquement significatives ») compte tenu des dispersions à l'intérieur des groupes. Le raisonnement (ou inférence) statistique est fondé sur la théorie de l'échantillonnage. Les groupes comparés font l'objet d'une « hypothèse nulle ». Cette hypothèse ( $H_0$ ) postule que les échantillons considérés sont extraits d'un même « ensemble parent ». Si l'écart observé est trop grand l'hypothèse est rejetée et les différences observées sont acceptées. (On remarquera la procédure de rejet de l'hypothèse.)

L'acceptation des différences se fait selon certains seuils de probabilité admis par la communauté scientifique : une probabilité de 0,05 correspond à une différence « significative », de 0,01 à une différence « hautement significative ».

La probabilité exprime le risque que la différence soit due au hasard (que les échantillons appartiennent bien au même « ensemble parent »). 5 chances d'erreurs sur 100 et a fortiori 1 sur 100 paraissent un risque acceptable.

L'inférence statistique apporte beaucoup de clarté dans l'évaluation des résultats et l'évaluation des hypothèses. Elle permet d'échapper à l'arbitraire d'une décision qui irait dans un sens ou dans l'autre (acceptation ou rejet) et aux discussions interminables qu'elle provoquerait. Mais elle est à tout point de vue relative. Relative d'abord au nombre de cas (plus les échantillons sont importants, plus les différences ont chance d'apparaître significatives). Relative surtout par rapport au contenu des théories. Elle porte sur des écarts de fait, mais n'a pas les moyens d'évaluer la convenance de ces écarts avec les interprétations proposées (des différences significatives peuvent résulter de facteurs différents de ceux que le chercheur a imaginés).

Dans la pratique quotidienne de la recherche elle n'est pas sans inconvénients. Bien des chercheurs, dans le souci de parvenir à publier l'exposé de recherches formellement bien construites, où les résultats « vérifient » les hypothèses, s'orientent plus volontiers vers des comparaisons qui se prêtent aux tests statistiques que vers l'approfondissement des concepts et l'analyse des problèmes ...

Cette présentation du raisonnement scientifique est une schématisation. Pour une connaissance plus réaliste des démarches des scientifiques, on a intérêt à se reporter à des exposés d'auteurs qui ont pratiqué ou observé directement ces démarches. Par exemple l'ouvrage du prix Nobel qui a découvert la structure de l'ADN : J. D. Watson, *La double hélice*, trad. fr., Lafont, 1968 et celui des auteurs qui ont pratiqué une approche d'ethnologues. Latour et Woolgar, *La vie de laboratoire. La production des faits scientifiques*, La Découverte, 1988.