

CHAPITRE V

ÉLIMINATION DE LA CAUSE ET DE L'EFFET. OBSERVATION ET EXPÉRIENCE.

1. Les questions de causalité se présentent ordinairement dans la nature sous forme d'influences et de circonstances compliquées, dont les unes sont comprises et les autres ne sont pas comprises dans la cause ou l'effet cherché.

Par exemple un homme, qui se portait bien, change de résidence et d'occupation. Sa santé décroît peu à peu. Il doit y avoir une cause à ce dépérissement physique. Si nous supposons qu'il eût conservé sa santé dans sa résidence et sa profession primitive, la cause doit être cherchée dans les nouvelles circonstances où il se trouve placé. Ces circonstances sont peut-être fort nombreuses ; le climat est trop chaud ou trop froid, sans parler des autres variations possibles ; les travaux et les plaisirs de sa nouvelle situation peuvent être tout à fait différents de ceux d'autrefois. Or, si quelques-unes de ces circonstances font certainement partie de la cause, quelques autres probablement n'en font point partie. Le problème consiste à distinguer les unes des autres, à séparer les circonstances véritablement agissantes de celles qui n'agissent pas.

Le cas que nous venons de supposer représente la recherche inductive sous sa forme la plus particulière, et telle que nous la rencontrons dans les questions pratiques les plus communes. Une recherche plus générale consiste-

rait à déterminer les effets de certains agents, comme la chaleur, l'humidité, l'électricité, l'ozone, la lumière, les substances médicinales, considérés dans leur action sur l'organisme de l'homme. Chacun de ces agents produit un grand nombre d'effets. Dans le cas indiqué quelques-uns agissent, quelques autres non, et nous devons distinguer les uns des autres.

Nous pouvons nous proposer une recherche plus générale encore. Quel est l'antécédent commun de l'effet appelé chaleur, quel est le fait particulier qui se renouvelle toujours, lorsqu'il y a accroissement de température dans les corps ? Si nous considérons les circonstances qui accompagnent le développement de la chaleur dans un cas donné, nous constatons qu'elles sont nombreuses et variées. Il faut donc trouver une méthode qui nous permette de séparer les circonstances agissantes de celles qui ne le sont pas.

Nous savons, d'après la loi de causalité, même sous sa forme la moins explicite (en laissant de côté la loi de conservation), que, dans les changements qui surviennent en ce monde, la situation présente est le résultat de la situation passée, et que, si cette situation passée se reproduisait, la situation présente se reproduirait aussi. Mais ce n'est pas tout, car nous pouvons être en état de montrer qu'il suffirait pour renouveler la situation présente d'une certaine partie de la situation passée ; nous pouvons élaguer toutes les circonstances oiseuses, indifférentes, et réduire l'antécédent à celles qui agissent réellement. C'est en cela que consiste l'élimination inductive, qui est nécessaire dans les recherches soit spéciales, soit générales, relatives à la cause et à l'effet.

En dernier lieu, il peut se faire que la succession d'une situation passée et d'une situation présente consiste en une pluralité de successions, qui peuvent être distinguées l'une de l'autre, et que nous pouvons analyser, isoler, par les méthodes déjà indiquées.

2. Pour nous préparer au procédé de l'élimination, nous faisons dans notre propre esprit une analyse de la situation.

Comme notre but est de discerner les éléments nécessaires des circonstances accidentelles, nous commençons par une énumération analytique de toutes les circonstances, en ayant soin de réduire chacune à ses éléments les plus simples. Si un homme a perdu la santé en habitant un certain pays, nous nous demandons d'abord quels peuvent être les agents qui opèrent, nous analysons le climat en distinguant tous ces éléments constitutifs — la température, l'humidité, les variations, la pureté de l'air et ainsi de suite; nous analysons de même les particularités du régime suivi par le malade, sa nourriture, ses occupations, ses habitudes, ses dispositions d'esprit. Plus l'analyse est profonde, mieux nous sommes préparés à l'opération qui doit suivre. En effet une analyse insuffisante compromettrait les méthodes d'élimination même les mieux conduites. Les recherches de Newton sur les mouvements planétaires durent leur succès à ce qu'il avait analysé la marche de chaque planète, en y distinguant une tendance centrale vers le soleil et une tendance tangentielle. Cette distinction lui donna la clé du mystère. Dans toute recherche qui porte sur la cause d'un effet produit par le soleil, comme par exemple un coup de soleil, tous les éléments qui constituent le rayon solaire, — la chaleur, la lumière, et les rayons chimiques, — doivent être considérés à part comme étant la cause possible.

C'est de l'état de nos connaissances actuelles que dépend en partie le succès de ces analyses mentales. Ainsi nous savons maintenant, ce que l'on ne savait pas au commencement du dernier siècle, nous savons quels sont les éléments de l'atmosphère; nous sommes par conséquent préparés à entreprendre, dans les meilleures conditions, et d'après les méthodes de l'élimination, la recherche qui porte sur la cause précise d'un effet atmosphérique. Si nous avons à chercher pourquoi la viande se putréfie, lorsqu'elle est ex-

posée à l'air, nous considérerons à part les différents éléments de l'air, — l'azote, l'oxygène, l'eau, l'acide carbonique, les germes organiques, la poussière; — c'est parmi eux, ou parmi les influences qui résultent de l'action commune de ces éléments, que la cause doit être trouvée. De même, c'est tout dernièrement que l'analyse des rayons solaires nous a montré les rayons chimiques comme s'ajoutant aux rayons lumineux et aux rayons calorifiques.

Nous remarquerons en outre que le talent analytique est une aptitude plus ou moins développée, un don naturel qui est personnel à l'observateur, et qui indique un esprit scientifique.

3. Lorsqu'on veut séparer dans une cause ou un effet les circonstances essentielles de celles qui ne le sont pas, la méthode consiste à *varier les circonstances*: pour cela nous devons recourir à l'observation et à l'expérience.

Après avoir séparé dans notre esprit les divers antécédents et conséquents, nous avons à déterminer quel est celui de ces antécédents qui est uni à un conséquent donné. Comme nous avons affaire ordinairement à une pluralité d'antécédents, ou à une pluralité de conséquents, quelquefois aux deux, nous avons besoin d'isoler les couples où un antécédent particulier s'unit à un conséquent particulier aussi. Ceci exige que nous observions d'autres cas où les groupements sont différents, et que nous notions ce qui arrive, lorsque certains antécédents ou certains conséquents font défaut; c'est une opération qui a été décrite par Bacon sous le nom de « *Variation des circonstances* ».

C'est par l'observation, et aussi par l'expérimentation, qu'on saisit les faits qui constituent de nouveaux groupements et des variations de circonstances. La distinction de ces deux méthodes est rarement importante et n'a rien de fondamental. L'observation *constate* le fait, l'expérimentation le *produit*. Le mérite du fait dépend de ce qu'il est en lui-même, et non de la manière dont on l'obtient. Les deux méthodes doivent être employées le plus possible.

Les avantages de l'expérimentation ne se bornent pas à cette circonstance qu'elle multiplie les faits, parce qu'il est souvent important de les multiplier. Un second avantage, c'est le pouvoir que nous avons, grâce à elle, d'appropriier les faits à la question qui nous occupe, — de produire l'*espèce de variation* dont nous avons besoin. Ainsi, pour découvrir quel est celui des gaz de l'atmosphère qui alimente la combustion, qui soutient la vie humaine, et quels sont les éléments qui activent la putréfaction, nous devons, au moyen de l'expérience, séparer artificiellement chacun des gaz atmosphériques de tous les autres, la nature n'ayant pas eu soin d'opérer elle-même cette séparation.

Le docteur Balfour Stewart remarque, à propos des recherches de Dulong et Petit sur le refroidissement d'un corps enveloppé par un gaz, que les recherches étaient embarrassantes, en raison des variations qu'il fallait produire dans la température du corps, et dans la densité, la température, et la nature chimique du gaz.

Un troisième avantage de l'expérience, c'est la faculté de produire un phénomène *dans des conditions et des circonstances connues*, de façon à se rendre compte de toutes les influences étrangères. Ainsi, au lieu d'observer l'électricité dans les décharges du tonnerre, nous la développerons dans une chambre où nous connaissons toutes les influences qui peuvent agir sur le phénomène. Pour étudier le magnétisme, on construira une maison entièrement en bois, de façon à prévenir toutes les perturbations que pourrait occasionner la présence de morceaux de fer. De même, c'est dans les hôpitaux qu'on trouvera les meilleures occasions d'étudier les maladies, parce que les malades y sont complètement soumis au contrôle des médecins.

C'est dans la chimie et la physique que l'expérience joue le plus grand rôle. Mais elle peut aussi être appliquée à la physiologie, à la psychologie, à la science sociale, avec des réserves et des limitations que comprendra tout esprit réfléchi.

Lorsqu'il s'agit de rechercher la cause d'un effet donné, l'expérimentation est impuissante. Nous pouvons expérimenter sur l'effet d'une cause donnée, non sur la cause d'un effet donné. Si nous prenons la chaleur comme un agent de production, nous pouvons faire des expériences sur ses différents pouvoirs. Mais, si nous avons à considérer la chaleur d'une masse en fermentation comme un effet, nous ne pouvons, par expérience, en déterminer la cause. Nous devons commencer par *conjecturer* la cause : une fois cette cause possible ou probable connue, nous instituerons des expériences sur ses effets; si ces effets s'accordent avec l'effet donné, nous aurons réussi dans notre recherche.

Le problème de la causalité peut donc se présenter sous deux aspects : étant donnée une cause, trouver l'effet; étant donné un effet, trouver la cause. Mais la solution expérimentale est toujours la même; elle consiste toujours à chercher l'effet d'une cause supposée. Le cours des phénomènes se développe toujours dans le même ordre, la cause est la première, l'effet le second. Lorsque nous croyons revenir sur nos pas, en réalité, nous marchons en avant.

Revue générale des complications de la cause et de l'effet.

4. L'élimination inductive des causes et des effets peut être éclaircie par une revue des complications variées auxquelles on a affaire.

Nous avons déjà cité des exemples de complications qu'il s'agit de débrouiller, afin de déterminer les propres effets d'une cause, ou les causes d'un effet. Nous pouvons présenter un tableau plus complet, plus exact, des complications qui peuvent se présenter.

Les agrégats naturels, qui constituent les espèces, sont caractérisés par la coïncidence, dans un seul objet, de

beaucoup de qualités diverses. L'oxygène, le carbone, le phosphore, le fer, le mercure, le platine, possèdent chacun un grand nombre de propriétés ou de qualités distinctes; de sorte que si l'intervention d'un de ces corps amène un changement dans les objets avec lesquels il est en contact, nous ne savons pas, au premier abord, quelle est, de toutes les propriétés de la substance, celle qui a agi. Le carbone, par exemple, absorbe les gaz dans de très-grandes proportions. De là cette question : Quelle est, des propriétés du carbone, celle de qui dérive cette absorption des gaz? Est-ce son poids spécifique, sa porosité, sa structure amorphe, sa couleur noire ou quelque autre? De même le mercure a certains effets médicaux : nous pouvons nous demander quelle est, de toutes les propriétés du mercure, la circonstance causale. Si le platine, réduit en poussière, est mis en contact avec un courant d'hydrogène, l'hydrogène s'enflamme : d'où provient ce phénomène ?

Ainsi, pour les corps simples de la chimie, les substances les plus élémentaires que nous connaissons, il y a un nombreux concours d'antécédents qui sont tous présents lorsqu'un de ces corps exerce une action quelconque. Mais, dans la nature, ces corps se trouvent, en général, mêlés et confondus (je ne parle pas ici de la combinaison chimique qui produit de nouvelles substances) dans un grand nombre de composés. Par exemple l'atmosphère est un composé de deux corps simples : l'azote et l'oxygène; de divers composés chimiques : l'eau, l'acide carbonique, l'ammoniaque, et d'un grand nombre d'autres émanations gazeuses, en même temps que de quelques particules solides, poussière ou germes organiques. L'atmosphère possède, à chaque moment, une température déterminée; elle se trouve dans une certaine condition électrique, elle présente encore d'autres particularités. De sorte que lorsque l'atmosphère nous est donnée comme une cause, comme un agent, la variété possible des antécédents est très-grande. On a fait bien des recherches pour éliminer les conditions causales dans la combustion, dans la vie animale et végétale, dans

la putréfaction, dans la génération spontanée (ou ce que l'on appelle ainsi), etc.

Autre exemple : l'eau de la mer n'est pas de l'eau pure, c'est une solution d'un certain nombre de corps salins.

La plupart des minéraux sont des substances composées. Un terrain géologique est très-complexe, et lorsque des végétaux croissent exclusivement dans certains terrains, il est difficile d'obtenir l'élimination des conditions nécessaires de leur croissance.

Chez les végétaux, chez les espèces animales, la complication est encore plus grande. Les éléments chimiques des plantes et des animaux ont des atomes très-complexes, dont la séparation peut donner lieu à différents produits. Par suite, les substances végétales et animales, qu'on emploie comme aliments, comme médicaments, comme teintures, peuvent agir de diverses manières. Nous devons encore, lorsque les agents sont des corps vivants, tenir compte de la structure organique ou vivante : le poison d'une plante ou d'un animal vivant a des puissances perturbatrices tout à fait différentes de l'action chimique de ses éléments.

La complication dans le monde de l'esprit n'est pas moins grande. Un être humain est par sa nature « ondoyant et divers », il l'est encore plus par son éducation. Aussi, quand une personne exerce une influence sur une autre, il s'en faut qu'il soit facile de reconnaître, à première vue, par quelle particularité l'effet a été causé. De même, dans l'analyse des motifs de la conduite humaine, un historien est souvent fort empêché de dire quelle est la véritable intention qui a présidé à l'acte.

Les actes des gouvernements ont des conséquences complexes. Une simple ordonnance, — l'impôt sur les fenêtres ou la suppression de cet impôt, la liberté du commerce ou son contraire, — agit diversement selon les circonstances.

Méthodes d'élimination.

5. C'est dans la loi de causalité elle-même, une fois qu'elle a été établie par l'induction, que nous trouvons les moyens de déterminer les causes et les effets.

Comme nous l'avons déjà dit, il n'y a qu'une seule méthode inductive à proprement parler : la concordance universelle. Il n'y a pas, en commençant les recherches scientifiques, de procédé plus court pour une généralisation inductive. Nous devons nous imposer le travail d'un examen complet de tous les cas, jusqu'à ce que nous soyons assurés que notre recherche est complète, et que, s'il y avait des cas contradictoires, nous les aurions rencontrés.

C'est par cette revue complète des cas qu'un grand nombre de lois inductives ont été établies, parmi lesquelles la vérité si importante qu'on appelle loi de causalité. Cette loi une fois établie, que nous la considérons dans l'un ou dans l'autre de ses deux aspects scientifiques, — soit dans la forme moins suggestive, mais parfaitement rigoureuse, de l'uniformité de succession, soit dans la forme nouvelle et meilleure de la conservation accompagnée de la collocation, — nous trouvons dans la loi de causalité un moyen d'abrèger nos recherches d'élimination. Par l'application de la loi générale, sous l'une ou l'autre forme, il est quelquefois possible de prouver, d'après un seul cas, un rapport de causalité.

Ainsi prenons la première forme de la loi de causalité : « tout événement est uniformément suivi par quelque autre événement ; tout événement est uniformément précédé par l'un ou l'autre d'un certain nombre défini d'événements. » — Donnez un antécédent, un conséquent lui succède ; donnez un conséquent, il a été précédé de quelqu'un des antécédents définis auxquels il est lié. Il en résulte que, partout où un agent intervient dans un certain état de choses, et qu'à la suite de cette intervention un changement se produit, la succession constatée une fois se re-

nouvelle toujours. Rien ne vient de rien. La nature, en fait de succession, est uniforme. Un seul cas, débarrassé de toute ambiguïté, suffit à établir une loi. Une seule expérience bien faite, dans un laboratoire, peut établir pour toujours une propriété causale.

D'après la seconde forme de la loi de causalité, on sait, avec plus de précision, que la causalité représente un déplacement déterminé de force dans certaines conditions données. Nous savons par cette loi, sans observations nouvelles, qu'un coup donné avec un marteau, doit réaliser son équivalent, soit sous la forme de mouvement mécanique, soit sous la forme de quelque force moléculaire. Si, dans une certaine situation, le coup de marteau brise une pierre, il le fera toujours dans la même situation. Tout ce que nous avons à chercher expérimentalement, c'est le déplacement qui accompagne chaque collocation, et la collocation qui accompagne chaque déplacement. Par l'induction proprement dite (concordance universelle), nous avons déjà établi que la loi de causalité était uniforme, et, par conséquent, nous avons le droit de prononcer d'après une seule expérience.

Il n'y a donc qu'une seule méthode inductive pour fonder la loi de causalité (concordance), mais il y a plusieurs méthodes *déductives* qui dépendent de la grande généralisation de la cause. Par exemple, la méthode connue sous le nom de méthode de différence est une méthode non pas inductive, mais déductive ; car, sans la loi de causalité, cette méthode serait sans valeur. La méthode de concordance, elle-même, employée en vue de l'élimination, suppose la loi de causalité, et peut passer dans une certaine mesure pour une méthode déductive.

6. La loi de causalité comprend les trois affirmations suivantes ; chacune sert de principe à un procédé d'élimination :

1° Tout antécédent qui peut être *mis de côté* sans que l'effet disparaisse, ne fait point partie de la cause.

La cause est ce qui produit un effet. De même que la

présence de la cause entraîne la présence de l'effet, de même l'absence de la cause entraîne l'absence de l'effet. La présence de l'effet et l'absence de la cause seraient en contradiction avec la loi. Nous sommes certains, par conséquent, que toute circonstance qui peut être négligée ou écartée, sans que l'effet en question soit modifié, n'est pas la cause de cet effet ni une partie de la cause. Si nous enlevons une ficelle qui nous paraissait soutenir un poids, et si le poids continue à rester suspendu, c'est que la ficelle ne le soutenait pas.

C'est à la loi de causalité, considérée sous cet aspect, que se rattache le procédé d'élimination par *concordance* recommandé par M. Mill. Un certain effet persiste, quand on a enlevé tous les antécédents l'un après l'autre, excepté un : il est évident que cet antécédent est la cause.

2° Lorsqu'un antécédent ne peut être mis de côté sans que le conséquent disparaisse, cet antécédent doit être la cause ou une partie de la cause.

Cette affirmation, comme la précédente, est impliquée dans la loi. Elle présente sous un autre aspect le même lien causal : l'absence de la cause est l'absence de l'effet. Tout antécédent qui, en disparaissant, fait disparaître l'effet, est par cela même une condition essentielle ou causale. Si, en enlevant la ficelle, le poids tombe, la ficelle était le support du poids.

Cette façon d'envisager la causalité donne lieu à la décisive méthode de *différence*, méthode par laquelle un seul cas peut devenir la preuve irréfutable d'un rapport de causalité.

3° Un antécédent et un conséquent qui augmentent ou diminuent à la fois, d'après une *concomitance numérique*, doivent être considérés comme la cause et l'effet.

C'est ici surtout que nous trouvons la causalité sous son aspect de conservation de la force. Lorsqu'une force motrice se déplace, la quantité gagnée est la même que la quantité perdue. La détermination d'une concomitance

quantitative est le meilleur moyen de découvrir la force qui agit dans un effet donné. A proportion qu'augmente la combustion d'une locomotive, augmente aussi la force de la vapeur.

Dans les forces qui simplement réalisent une collocation, il n'y a pas de rapport numérique entre l'agent et le résultat. Aussi un léger contact est suffisant pour déterminer le circuit électrique, et un contact deux fois plus fort n'ajoute rien à la force du circuit.

Le procédé que nous décrivons en ce moment est la méthode des *variations concomitantes*.

Ce sont là les trois procédés essentiels pour éliminer les circonstances qui accompagnent la cause et l'effet et qui ne les constituent pas. Lorsqu'on a fait des progrès considérables dans la découverte des causes, il faut recourir à une autre méthode considérable, c'est-à-dire, attribuer aux causes connues tous les effets qu'elles produisent, et rapporter ce qui reste de l'effet à ce qui reste de la cause. Ici encore nous avons une inférence de la loi de causalité. C'est cette méthode qu'on appelle la méthode des *résidus*.

La méthode de concordance peut être employée *négativement* : c'est-à-dire qu'on peut rechercher des cas où la cause et l'effet sont constamment *absents à la fois*. Cette méthode peut être appelée la *concordance dans l'absence*.

Lorsque cette circonstance peut être associée à la méthode positive, — la concordance dans la présence, — les résultats se rapprochent beaucoup de ceux que l'on obtient par la méthode si décisive de la différence. M. Mill a désigné l'union de ces deux méthodes par l'expression de méthode double de concordance et de différence.

Le chapitre suivant donnera des exemples de l'emploi de ces cinq méthodes d'élimination inductive (ou déductive) dans la recherche de la cause et de l'effet.

Il n'est pas possible de séparer de l'emploi de ces instruments d'élimination les procédés de généralisation. Par exemple, lorsqu'on pratique la méthode de concordance, la réunion d'un grand nombre de cas dans lesquels se pré-

sente une cause ou un effet, ne peut manquer de suggérer des lois de causalité plus générales que celles que le savant recherche. Néanmoins il ne serait pas prudent d'insister sur ces généralisations, tant que nous étudions les procédés d'élimination. La généralisation fait partie de la *découverte* : l'élimination fait partie de la *preuve*, et la preuve est, beaucoup plus que la découverte, le but de la logique.

CHAPITRE VI.

LES MÉTHODES EXPÉRIMENTALES.

1. Il y a trois principales méthodes, pour éliminer la cause d'un phénomène dans un ensemble de circonstances indifférentes : ces méthodes sont la concordance, la différence, les variations concomitantes.

MÉTHODE DE CONCORDANCE.

2. La méthode de concordance peut être exprimée ainsi : Si deux ou plusieurs exemples du phénomène qui est l'objet de la recherche présentent une seule circonstance commune à tous, cette circonstance est la cause (ou l'effet) du phénomène.

Il faut avoir soin de varier les expériences, assez habilement pour faire successivement disparaître toutes les circonstances accessoires du phénomène. Les circonstances qui à chaque fois disparaissent, sans préjudicier au phénomène, ne sauraient en être la cause. Les causes possibles sont de la sorte peu à peu réduites en nombre ; et si les moyens employés pour l'élimination sont complets, la recherche se termine, en assignant au phénomène, comme cause, la circonstance qui n'a jamais fait défaut dans tous les cas où le phénomène s'est montré.

Voici comment on peut exprimer symboliquement cette méthode : supposons que A représente une cause et *a* un effet. Dans la nature il est rare que A soit suivi seulement de *a*. Dans les cas où cet isolement est la règle, les méthodes expérimentales ne sont pas nécessaires. En général ce que nous trouvons dans la nature, c'est A accom-