

LA PRÉVISION SCIENTIFIQUE ¹⁾

On trouve, vous le savez, dans les annuaires astronomiques les données qui permettent d'indiquer, pour un corps céleste quelconque, la position qu'il occupera à un moment donné. Prenons, par exemple, une étoile fixe, une étoile que peut-être on ne peut apercevoir à l'œil nu : vous pouvez savoir d'avance dans quelle direction il vous faudra braquer le télescope pour la voir à un moment arbitrairement choisi de la soirée. Si, après avoir donné au télescope la direction voulue, vous appliquez l'œil à l'oculaire, quelques instants avant le moment indiqué, vous verrez bientôt apparaître l'étoile à l'un des bords du champ qu'elle va traverser. Exactement, à la seconde attendue vous la verrez obscurcie un instant par un des fils ténus tendus au milieu du champ ; le pronostic de l'annuaire se trouvera ainsi confirmé.

C'est de pronostics ou prévisions de ce genre que je voudrais vous entretenir, acceptant l'invitation flatteuse qui m'a été faite par votre Université.

A cet effet, si vous le voulez bien, nous resterons d'abord un instant dans le domaine de l'astronomie. Je commencerai par fixer votre attention sur tous les efforts qui ont été nécessaires pour rendre possibles les prévisions astronomiques et sur le grand degré de certitude qu'elles comportent. Quand au premier point, je n'ai guère à vous dire qu'elles sont basées sur les observations qu'on a faites depuis bien des siècles, et qui sont devenues de plus en plus précises.

Cependant, les données qui se sont accumulées de cette manière n'auraient qu'une importance relativement petite, si la théorie n'avait marché de pair. Pour ne parler que de celle du système solaire, je vous rappellerai que KEPLER réussit à expliquer les mou-

¹⁾ Conférence faite sous les auspices de l'Institut International de Physique Solvay à l'Université de Bruxelles, le 28 mars 1914.

Revue de l'Université de Bruxelles, 26, 445, 1921.

vements compliqués des planètes en faisant voir que toutes elles décrivent autour du soleil des orbites elliptiques. Trois quarts de siècle plus tard, NEWTON prouva que ces mouvements ne sont possibles qu'à condition d'une attraction exercée par le soleil, attraction dont l'intensité est en proportion inverse du carré de la distance de la planète au soleil.

C'est ainsi qu'il aboutit à la loi de la gravitation universelle. Entre deux corps célestes quelconques il y a une attraction suivant la règle du carré inverse et la prévision des phénomènes dans le système solaire se réduit à un problème de mathématique : quel sera le mouvement d'un système de corps qui s'attirent selon la loi de NEWTON, problème excessivement difficile dans sa généralité et auquel les plus grands mathématiciens ont consacré leurs forces, mais qui, en principe, est de même nature que le calcul de la trajectoire décrite par un corps lancé obliquement en l'air.

Je voudrais vous dire quelques mots sur le degré de certitude des prévisions, et sur la confiance qu'on peut avoir en elles.

Depuis sa dernière apparition la comète de HALLEY va toujours s'éloignant du soleil ; depuis longtemps déjà elle est à une telle distance de notre terre qu'elle ne réfléchit plus de lumière solaire perceptible aux yeux humains. Mais personne ne croit que ce corps céleste nous ait quitté pour toujours. Elle reste et restera reliée au soleil, et après s'être éloignée à une distance équivalant à 35 fois celle qui sépare la terre du soleil, elle sera forcée par l'attraction de ce dernier de revenir septante-six ans après sa dernière apparition, et de se représenter fidèlement aux yeux de ceux qui vivront après nous. Le cas est analogue pour les autres corps célestes. A quel moment aura lieu l'occultation de certaines étoiles par la lune, à quel moment les satellites de Jupiter entreront-ils dans le cône d'ombre de la planète, à quel moment commencera une éclipse de lune ou de soleil et à quel moment cessera-t-elle, tout cela se calcule exactement et longtemps d'avance. Le fait, que l'observation de ces phénomènes est souvent préparée de longue date, prouve à quel degré nous avons confiance en ces résultats. Les savants hollandais, par exemple, qui ont observé, le 18 mai 1901, l'éclipse totale du soleil à Karang Selo dans l'île de Sumatra, avaient consacré plusieurs mois aux projets et à la construction et l'essai des instruments mais, ni durant ces préliminaires, ni durant le

dans deux réservoirs communiquant au moyen d'un tube la condition d'équilibre est celle-ci : la pression sera égale, même lorsque les réservoirs sont maintenus à des températures différentes, si l'on a affaire à des densités élevées. Mais la considération des mouvements moléculaires nous apprend qu'il n'en va plus ainsi pour le cas où le gaz est raréfié au point qu'une molécule peut parcourir le tube de communication sans se heurter à une autre. Dans l'état d'équilibre les pressions seront alors non pas égales, mais dans le même rapport que les racines carrées des températures absolues. M. KNUDSEN a réussi à démontrer expérimentalement la différence de pression annoncée par le calcul.

Ne négligeons pas de dire que l'on attache une importance toute particulière à la vérification d'une pareille prédiction. Il va sans dire que la valeur d'une théorie pourrait être tout aussi bien vérifiée par l'explication qu'elle donne de phénomènes déjà observés, si nous ne courrions pas le risque de nous laisser induire à quelque inexactitude dans nos raisonnements par le désir involontaire de voir se réaliser nos hypothèses. Ceci est tellement vrai que si l'on veut expliquer quelque chose on fait souvent bien de se demander si, avec un peu de bonne volonté, on ne pourrait pas tout aussi bien expliquer le contraire, et peut-être que cela n'est pas particulier à la physique seulement. Dans le cas d'une prédiction on a plus de chance de raisonner sans préventions : on ne peut plier un raisonnement d'après quelque chose que l'on ignore encore.

Quant à la chimie, elle peut se glorifier d'avoir démontré, avant que l'expérience les eût isolés, l'existence dans la nature de certains éléments ou corps simples. Voici comment cela se fit. On avait déterminé le poids atomique de tous les éléments connus, c'est-à-dire le nombre qui indique combien de fois le poids des plus petites particules dont ils sont composés surpasse celui de l'atome d'hydrogène, qu'on prend pour unité ; par exemple 16 pour l'oxygène, 32 pour le soufre. On avait aussi étudié minutieusement les analogies et les différences existant entre les propriétés des nombreux éléments.

Or, vers 1869, il arriva que MENDELEJEFF, le célèbre chimiste russe, pour se former une vue d'ensemble de ces propriétés, rangea tous les éléments connus dans un seul tableau. En allant de gauche

à droite il inscrivit sur un certain nombre de lignes les noms des éléments en rang d'ordre ascendant d'après leur poids atomique, et il remarqua que l'on pouvait s'arranger de façon que les noms d'éléments dont les propriétés présentent quelque analogie entre elles se trouvent placés dans une même colonne verticale. Je dis analogie, et non identité des propriétés : en descendant une colonne on voit que simultanément avec l'accroissement des poids atomiques, toutes les propriétés changent dans un sens déterminé ; les points de fusion, par exemple, deviennent de plus en plus élevés. Si le tableau est dressé avec soin, la place qu'un élément y occupe nous fournit des indications précieuses sur ses principales propriétés.

Mais pour atteindre ce but, MENDELEJEFF se vit obligé de laisser en blanc un certain nombre de cases et l'idée lui vint que ces blancs pourraient bien correspondre à des éléments non encore découverts. C'est ainsi qu'il devina l'existence de trois éléments qui, par leurs propriétés, devaient se rapprocher de l'aluminium, du silicium et du bore, raison pour laquelle il leur donna les noms de eka-aluminium, eka-silicium et eka-borium. Ces trois corps ont été réellement découverts quelques années plus tard et ont reçu les noms de gallium, germanium et scandium, parce qu'ils ont été respectivement trouvés par un Français, un Allemand et un Scandinave. Mais les propriétés nous intéressent plus que les noms. Le gallium est un métal qui a un poids atomique de 70 et un poids spécifique de 5,9 ; il se liquéfie à une température d'à peu près 30°. MENDELEJEFF avait prédit un poids atomique de 68, un poids spécifique approximatif de 5,2 ; il avait prédit aussi que le métal serait facilement fusible.

A propos de poids atomique j'ajouterai que le radium, la substance dont vous avez tant entendu parler, a un poids atomique de 225 et que, par l'étude des phénomènes merveilleux qu'il nous offre, on a été porté à attribuer un poids atomique inférieur de 4, c'est-à-dire de 221, à la substance gazeuse, l'émanation, qui s'en dégage continuellement.

On peut déterminer le poids atomique d'un gaz en pesant un certain volume. Le chimiste anglais RAMSAY, loin de se rebuter par le fait que nous ne pouvons obtenir l'émanation que dans des quantités presque infinitésimales, a effectué le pesage au moyen

d'une balance sensible à une très petite fraction d'un milligramme et, dans les limites des erreurs d'observations inévitables, il a trouvé, en effet, le poids atomique prévu.

Ce chapitre de la radio-activité, qui ne s'est ajouté que depuis peu à la physique, peut d'ailleurs nous fournir déjà de nombreux exemples de prévisions heureuses. L'académie des sciences de Berlin met à la disposition des expérimentateurs des échantillons de bromure de mésothorium, préparés sous la direction du professeur HAHN, et elle peut déclarer que la radio-activité augmentera pendant trois ans jusqu'à un maximum d'une fois et demie le chiffre primitif, pour ensuite décroître de sorte qu'elle atteindra en 1931 la moitié de l'intensité primitive.

De pareils résultats nous donnent certainement le droit de nous réjouir des progrès des sciences bien que le chercheur, qui se voit continuellement aux prises avec des énigmes insolubles et qui sent que nous ne pénétrons guère au-dessous de la surface des choses, ne se laissera aller qu'à une joie bien discrète. Une chose est certaine cependant, c'est que nous pouvons souvent prévoir le cours des phénomènes physiques et chimiques d'une façon très satisfaisante. Nous le faisons à tout moment sans nous rendre compte que ce soit là quelque chose de bien remarquable. Toute expérience faite en cours est une prévision et lorsque l'expérience ne réussit pas, ce qui arrive parfois, nous savons que c'est nous seuls qui en sommes la faute; nous ne songeons pas à supposer que nous puissions être arrivés dans le domaine de „l'incalculable". Et l'exercice continu nous fait faire toujours des progrès. C'est en forgeant qu'on devient forgeron, non sans efforts et sans peine; l'exemple emprunté à l'astronomie nous a montré combien de travail a été nécessaire. Toute nouvelle découverte est une conquête dans le domaine de l'énigme et de l'inaccessible. Ainsi, il y a eu un temps où l'on était dans une grande incertitude quant aux facteurs qui déterminent la perte de la charge d'un objet électrisé; à présent, après les recherches sur la radio-activité, nous savons, en maint cas, avec exactitude à quel degré l'air est rendu conducteur de l'électricité par la présence de substances radio-actives et avec quelle rapidité il pourra donc faire disparaître une charge. Dans le même ordre d'idées nous commençons aussi peu à peu à comprendre les lois de l'électricité atmosphérique et de la formation des

orages. Pour ce qui regarde la foudre, nos paratonnerres ne lui prescrivent pas encore complètement la route à suivre : elle nous joue des tours en jaillissant sur des masses de métal voisines. Mais ces écarts peuvent déjà être interprétés comme les conséquences de lois connues et nous pouvons espérer savoir un jour exactement ce qu'il arrivera quand un édifice de composition donnée sera frappé par la foudre. Ici encore, il ne s'agit que d'observer et d'interpréter.

Si maintenant, après ces considérations, j'affirme qu'en principe du moins, tous les phénomènes de la nature sont susceptibles d'être prédits, je ne vous dis en réalité rien de nouveau. En effet — je n'ai pas à vous le rappeler — nous faisons des prévisions tous les jours. Que le soleil se lèvera demain, que les saisons se succéderont, que d'une certaine graine il germera une plante d'une espèce déterminée, nous en sommes fermement convaincus. Et, remarquons ici que ces prévisions, pour autant du moins qu'elles ne sont pas basées sur la superstition ou sur des erreurs traditionnelles, ne diffèrent pas de nature de la prévision scientifique. Cette dernière cependant l'emporte en ce qu'elle dispose de meilleures données et qu'elle procède avec plus de méthode et de jugement.

Cela est même vrai pour la météorologie. On se moque parfois des prévisions des instituts météorologiques mais pour peu qu'on y réfléchisse, on doit pourtant reconnaître que l'on saura prédire le temps d'autant mieux que l'on connaîtra mieux les conditions atmosphériques, que l'on en aura fait un sujet d'étude plus approfondi. L'ignorance ne saurait jamais être un avantage. D'ailleurs les prévisions „officielles" du temps ne sont pas si mauvaises que cela. Le service d'avertissement des tempêtes a sauvé maint navire de sa perte, et les circonstances ne sont pas partout aussi peu favorables qu'ici, à la côte occidentale de l'Europe, où l'état atmosphérique est pour une bonne partie la conséquence des cyclones qui nous viennent de l'océan, dont l'arrivée ne nous est pas annoncée à temps et dont nous ne pouvons pas encore déterminer la marche avec une certitude suffisante. C'est ce qui fait que la perturbation à laquelle on s'attendait s'est déclarée parfois non pas en Hollande, par exemple, mais dans le Nord de la France. Dans la partie orientale des Etats-Unis, où l'approche des dépressions venant de l'Ouest peut être annoncée plus facilement, les circonstances sont bien plus favorables. Aussi, on y compte bien

plus qu'ici sur la réalisation des prévisions. Eh bien, il nous est permis d'espérer que, pour la partie du monde que nous habitons, le temps viendra aussi où les bulletins météorologiques seront de grande utilité pratique et où, par exemple, les travaux de l'agriculture pourront être réglés d'après eux. Cela pourra arriver si l'on continue à cultiver la science météorologique tant pratique que théorique. La télégraphie sans fils qui nous apporte des données sur l'état atmosphérique sur l'Océan, les ballons et les cerfs-volants dont on se sert pour étudier les couches supérieures de l'atmosphère, nous promettent de nouveaux progrès. Quant aux prévisions „non scientifiques", il est fort possible qu'un simple berger surpasse, dans son domaine à lui, un météorologiste de profession, mais alors c'est parce que par son expérience il a pénétré plus profondément le jeu du vent et des nuages, parce que réellement il sait plus et comprend mieux. Vous excluez avec moi la possibilité qu'il ait une faculté toute particulière d'autre nature que les nôtres : nous pouvons tout au plus penser qu'il arrive d'instinct et inconsciemment à ses conclusions et que l'essai de lui faire atteindre le même but sciemment n'aboutirait qu'à l'affaiblissement de ce travail intuitif.

La question de savoir jusqu'à quel point les prévisions de la science admettent des limites me paraît assez simple. Il me semble que nous pouvons répondre : en principe, en ce qui concerne la nature des choses, il n'y a pas de limites. Mais il y en a d'autant plus par l'état limité de nos facultés. C'est pour cela que cette œuvre, comme toute œuvre humaine, restera toujours défectueuse et imparfaite. Ces prévisions astronomiques elles-mêmes, que j'ai tant vantées, laissent quelque chose à désirer. L'éclipse de soleil de 1901 arriva quelques secondes plus tôt que l'on ne s'y attendait et il est heureux que les observateurs hollandais aient été avertis par un signal donné par une expédition anglaise dans le voisinage pour qui le phénomène fut visible quelques instants plus tôt. La durée totale fut de 10 secondes moins longue qu'on ne l'avait calculée. Il est à peine besoin de dire que la cause de ces différences ne doit pas être cherchée dans „l'incalculable" mais dans l'inexactitude des calculs : aussi bien le but qu'on se propose dans ces observations c'est justement d'obtenir entre autres choses des données qui rendront possibles, dans un cas futur, des résultats

plus précis. Il est clair d'ailleurs que nos prévisions seront d'autant plus hasardeuses qu'elles s'étendront sur des laps de temps plus grands. Il est à craindre alors que des influences, qui sont négligeables pour une courte période, ne se fassent sentir, ou bien que des facteurs inattendus n'entrent en jeu; nous ferons donc bien d'être prudents quand il s'agit de l'état de l'univers et du genre humain dans un avenir éloigné. Cependant, en principe de semblables remarques n'infirmement pas notre point de vue. Si nous étions suffisamment avancés il ne serait pas question d'influences qui échappent à notre attention ou de facteurs inattendus.

Je n'entrerai pas dans des spéculations sur les bases plus profondes de la possibilité de prévoir les phénomènes et je ne me demanderai pas pourquoi la science peut et doit affirmer comme un *postulat* cette possibilité. Mais j'observerai que la forme particulière de nos théories physiques n'est pour rien dans cette question. Que l'on considère les phénomènes du point de vue mécanique ou énergétique, qu'on se serve ou non d'hypothèses atomistiques ou moléculaires, cela est absolument indifférent. Quelles que soient les théories physiques qu'on préfère, il faudra toujours admettre que les phénomènes sont susceptibles de prévision, ou bien qu'ils sont „déterminés”.

Le dernier terme demande quelque éclaircissement. Doit-il signifier simplement qu'une série seule de phénomènes aura lieu? Cela ne nous apprendrait pas grand'chose. Ou bien, dirons-nous que les phénomènes ont été réellement déterminées d'avance par ce qu'on peut appeler une intelligence? J'évite les questions ardues, entièrement étrangères à la physique, que cette idée soulèverait. Je crois pouvoir dire ceci: que tout phénomène, quel qu'il soit, est susceptible d'être prévu à l'aide de moyens d'observation et de raisonnements de la même nature que ceux que nous possédons, dussent-ils être, dans un cas concret, un million de fois plus développés et plus affinés. Un million de fois ce n'est sûrement pas trop dire pour bien des cas et il s'en suit que, tout compte fait, il ne nous faut pas trop nous glorifier de notre faculté de prévision.

Cette modestie que nous devons nous prêcher convient surtout quand nous quittons les phénomènes relativement simples que nous offre la matière, pour parler des phénomènes spirituels ou

psychiques. Aussi, c'est avec bien de la réserve que je dirai quelques mots de ces derniers. Du reste, dans mes remarques j'emploierai les termes „spirituel” et „matériel” dans leur signification usuelle sans entrer dans la question de savoir si la distinction pourra, à strictement parler, être maintenue.

En tous cas, il existe entre le monde psychique et le monde matériel un lien très intime. Nous ne savons que trop combien des dispositions physiques peuvent influencer notre état d'âme, notre intelligence et notre volonté. Tout particulièrement l'activité intellectuelle est intimement liée à l'état physique du cerveau et aux actions physiologiques dont il est le siège. Certaines fonctions psychiques appartiennent à certaines parties du cerveau : elles sont troublées ou détruites quand ces parties sont blessées ou enlevées. Comment ceci a lieu, quelles sont les voies qui servent à la transmission des impressions sensorielles et des impulsions motrices, cela a déjà été éclairci en partie et cela s'éclaircira sans doute de plus en plus, au fur et à mesure que l'anatomie et la physiologie du cerveau, pour lesquelles on a fondé de nos jours des instituts spéciaux, feront des progrès. Mais dès maintenant tout porte à croire qu'à chaque fonction de notre esprit correspond un état déterminé du cerveau. J'ajouterai en passant que nous n'avons pas à craindre que la matière soit trop „grossière” pour refléter une activité supérieure de l'esprit ; j'ai une fois calculé qu'une petite quantité d'albumine contient un nombre d'atomes plus grand que le nombre total des lettres dans tous les livres d'une bibliothèque d'université bien fournie ; et songez donc à la richesse de pensées reflétée par la disposition de ces lettres.

C'est à dessein que j'emploie ici des expressions aussi prudentes que „refléter” et „correspondre”. En effet, je sens fort bien que nous sommes ici en présence de deux choses de nature différente ou bien de deux formes très dissemblables sous lesquelles se présente la même chose. Mais ces deux choses, quelque différentes qu'elles soient, peuvent fort bien être reliées entre elles d'une façon inséparable. Si on admet que tout phénomène psychique est nécessairement accompagné de quelque chose qui se passe dans le monde matériel, ce qui, du reste, nous conduit naturellement à admettre aussi la proposition inverse, alors il est clair qu'on ne peut être déterministe en physique sans l'être aussi dans la psychologie.

Cependant, vous le verrez immédiatement, bien que nous puissions construire théoriquement de cette manière la possibilité de prévision pour les phénomènes psychiques nous n'en sommes guère plus avancés au point de vue pratique; il est absolument inimaginable qu'un homme puisse prévoir les pensées d'un autre à l'aide des actions physiologiques dans le cerveau de ce dernier. Le chiffre d'un million que j'ai avancé tantôt serait encore beaucoup trop petit pour ce cas. Mais heureusement, l'expérience de tous les jours nous l'apprend, il est en notre pouvoir de prévoir directement des phénomènes psychiques. Nous faisons des arrangements avec nombre de personnes et nous comptons fermement qu'elles se conduiront conformément à ce qui a été convenu; nous savons d'avance et avec certitude comment agira, dans des circonstances données, quelqu'un que nous avons appris à connaître comme loyal et honnête. On ne pourrait pas faire de cours universitaires si l'on ne savait pas que l'on a prise sur l'auditoire et il serait impossible de passer un examen si l'on n'était pas assuré que de bonnes réponses satisferont les examinateurs. Sans la possibilité de prévoir des phénomènes psychiques la pédagogie, l'art de gouverner et même toute vie sociale seraient impossibles. Ici, comme dans les sciences naturelles, il s'agit de savoir et de comprendre, d'approfondir ce que nous observons. Celui qui est riche en expérience et qui connaît bien les hommes se sent chez lui dans ce domaine tout comme l'astronome versé dans le sien et, de même que la physique de nos jours surpasse celle d'il y a quelques siècles, ainsi dans le siècle de la psychologie, dont a parlé le professeur HEYMANS de Groningen, on se comprendra et s'entendra mieux mutuellement qu'à présent. Somme toute je ne vois pas pourquoi il nous faudrait briser la ligne quelque part et pourquoi nous ne pourrions pas conclure en principe à la possibilité de prévoir les phénomènes psychiques, avec la réserve d'introduire un facteur comme ce million dont j'ai parlé pour tenir compte de l'imperfection de nos facultés.

Amenés ainsi à poser en principe que tout est déterminé, nous nous trouvons en face d'une question importante: quelle doit être l'influence de cette manière de voir sur notre conception de la vie et de l'univers?

Je crois pouvoir dire à ce propos que le point de vue auquel nous avons abouti se concilie fort bien avec les formes supérieures de la