Introduction

UN RÔLE POUR L'HISTOIRE

L'histoire, si on la considérait comme autre chose que des anecdotes ou des dates, pourrait transformer de façon décisive l'image de la science dont nous sommes actuellement empreints. Cette image a été tirée en grande partie, même par les scientifiques, de l'étude des découvertes scientifiques, telles qu'elles sont rapportées dans les classiques et, plus récemment, dans les manuels où chaque nouvelle génération scientifique apprend la pratique de son métier. Il est cependant inévitable que le but de tels livres soit de persuader et d'instruire ; le concept de science qu'on en tirerait n'a pas plus de chances de refléter la recherche qui leur a donné naissance que n'en aurait l'image d'une culture nationale tirée d'un prospectus de tourisme ou d'un manuel de langue. Cet essai se propose de montrer qu'ils nous ont égarés sur des points fondamentaux, et d'esquisser de la science la conception toute différente qui se dégage du compte rendu historique de l'activité de recherche elle-même.

Pourtant, même en partant de l'histoire, ce nouveau concept ne se révélera pas de lui-même si en recherchant et dépouillant les données historiques, on continue à s'assigner pour but de répondre aux questions posées par les conceptions stéréotypées et a-historiques que l'on tire des manuels scientifiques. Ceux-ci, par exemple, semblent souvent sous-entendre que le contenu de la science se limite aux seules

observations, lois et théories décrites dans leurs pages. Avec une régularité presque aussi grande, on fait dire à ces livres que les méthodes scientifiques sont uniquement celles qui sont illustrées par les techniques expérimentales utilisées pour obtenir les faits décrits dans les manuels, ainsi que les opérations logiques effectuées pour rattacher ces faits aux généralisations théoriques du manuel. Il en résulte une conception de la science comportant des implications profondes sur sa nature et son développement.

Si la science est l'ensemble des faits, théories et méthodes rassemblés dans les ouvrages courants, alors les savants sont les hommes qui, avec ou sans succès, se sont efforcés d'ajouter tel ou tel élément à cet ensemble particulier. Le développement scientifique devient le processus fragmentaire par lequel ces éléments ont été ajoutés, séparément ou en combinaison, au fonds commun en continuelle croissance qui constitue la technique et la connaissance scientifiques. Et l'histoire de la science devient la discipline qui retrace à la fois ces apports successifs et les obstacles qui ont gêné leur accumulation. Face au développement scientifique, l'historien semble alors avoir deux tâches principales : d'une part, déterminer par quel homme et à quel moment chaque fait, loi ou théorie scientifique a été découvert ou inventé ; d'autre part, décrire et expliquer les masses d'erreurs, de mythes et de superstitions qui ont freiné l'accumulation des éléments constituant la doctrine scientifique moderne. De nombreuses recherches ont été et sont encore orientées dans ce sens.

Récemment, cependant, quelques historiens des sciences ont éprouvé des difficultés croissantes à remplir les fonctions que leur assigne ce concept de développement par accumulation. Dans ce rôle de chroniqueurs d'un processus d'accroissement, ils découvrent que des recherches supplémentaires rendent plus difficile, et non plus simple, de répondre à des questions telles que : quand fut découvert l'oxygène ? Qui a le premier conçu la notion de conserva-

tion de l'énergie ? Certains d'entre eux pensent que ce sont là simplement des questions mal posées, que peut-être la science ne se développe pas par accumulation de découvertes et d'inventions individuelles. Simultanément, ces mêmes historiens éprouvent des difficultés croissantes à établir une distinction entre l'aspect scientifique des observations et croyances du passé et ce que leurs prédécesseurs ont étiqueté sans hésiter *erreur* et *superstition*. Plus ils étudient de près par exemple la dynamique aristotélicienne, la chimie du phlogistique ou la thermodynamique calorique, plus ils ont la certitude que ces conceptions de la nature qui furent courantes en leur temps n'étaient, dans l'ensemble, ni moins scientifiques ni davantage le produit de l'idiosyncrasie humaine que celles qui sont courantes aujourd'hui. S'il faut appeler mythes ces croyances actuellement dépassées, alors les méthodes qui ont pu conduire à ces mythes, les raisons qui ont fait tenir ceux-ci pour vrais sont bien semblables à celles qui conduisent aujourd'hui à la connaissance scientifique. Si, au contraire, il faut les ranger dans la catégorie des sciences, la science a alors contenu des ensembles de croyances absolument incompatibles avec ceux qui sont les nôtres. Face à cette alternative, l'historien doit choisir la seconde possibilité : les théories dépassées ne sont pas par principe contraires à la science parce qu'elles ont été abandonnées. Mais alors il devient plus difficile de considérer le développement scientifique comme un processus d'accumulation. La même recherche historique qui met en lumière combien il est difficile d'isoler les inventions et découvertes individuelles nous amène à douter profondément du processus cumulatif par lequel, pensait-on, ces contributions individuelles s'étaient combinées pour constituer la science.

Le résultat de tous ces doutes et difficultés est une révolution historiographique dans l'étude de la science, bien que cette révolution n'en soit encore qu'à ses débuts. Graduellement, et souvent sans en être pleinement conscients, les historiens des sciences

commencent à se poser des questions d'un genre nouveau et à tracer le développement des sciences selon des lignes différentes, souvent moins que cumulatives. Plutôt que de rechercher dans la science d'autrefois ses contributions qui seraient durables selon notre point de vue moderne, ils s'efforceront de mettre en lumière l'ensemble historique que constituerait cette science à son époque. Ils ne se posent pas de questions, par exemple, sur les rapports entre les vues de Galilée et celles de la science moderne, mais plutôt sur ce qui lie ses conceptions à celles de son groupe, c'est-à-dire ses maîtres, ses contemporains et ses successeurs immédiats. Ils insistent en outre sur la nécessité d'étudier les opinions de ce groupe du point de vue (habituellement très différent de celui de la science moderne) qui donne à ces opinions le maximum de cohérence interne et l'adaptation la plus exacte aux phénomènes naturels. Considéré à travers les ouvrages de ces historiens, le meilleur exemple en est peut-être l'œuvre d'Alexandre Koyré : la science apparaît comme une tentative assez différente de celle que présentait l'ancienne tradition historiographique. Par leurs implications tout au moins, ces études historiques suggèrent la possibilité d'une nouvelle image de la science. Cette image, nous chercherons à la préciser en explicitant certaines des implications de la nouvelle historiographie.

Quels sont les aspects de la science que ce projet fera ressortir ? Tout d'abord, par ordre d'apparition, que les directives méthodologiques à elles seules ne suffisent pas à imposer des conclusions uniques à nombre de questions scientifiques. Si on lui demande d'étudier des phénomènes électriques ou chimiques, un homme ignorant de ces domaines mais sachant ce qu'est l'esprit scientifique, peut légitimement aboutir à n'importe quelle conclusion prise dans un ensemble de conclusions incompatibles. Parmi ces conclusions légitimes, les conclusions particulières auxquelles il aboutit sont probablement déterminées par son expérience antérieure en d'autres domaines, par les hasards

de ses recherches, et par sa propre formation individuelle. Quelles croyances sur les étoiles, par exemple, l'accompagnent dans l'étude de la chimie ou de l'électricité ? Parmi les nombreuses expériences concevables à propos de ce nouveau domaine, lesquelles choisira-t-il de réaliser d'abord ? Et quels aspects du phénomène complexe qui en résultera lui paraîtront particulièrement importants pour élucider la nature de la transformation chimique ou de l'affinité électrique ? Pour l'individu tout au moins, et souvent aussi pour la communauté scientifique, les réponses à de telles questions sont des contributions déterminantes au développement scientifique. Nous remarquons par exemple, au chapitre II, que les stades primitifs du développement de la plupart des sciences ont été caractérisés par une concurrence continuelle entre un certain nombre de conceptions opposées de la nature, dont chacune était partiellement dictée par la méthode et l'observation scientifiques et, en gros, compatible avec elles. Ce qui différenciait ces diverses écoles, ce n'était pas telle ou telle erreur de méthode — elles étaient toutes *scientifiques* — mais ce que nous appellerons leurs manières incommensurables de voir le monde et d'y pratiquer la science. L'observation et l'expérience peuvent et doivent réduire impitoyablement l'éventail des croyances scientifiques admissibles, autrement il n'y aurait pas de science. Mais à elles seules, elles ne peuvent pas déterminer un ensemble particulier de ces croyances. Un élément apparemment arbitraire, résultant de hasards personnels et historiques, est toujours l'un des éléments formatifs des croyances adoptées par un groupe scientifique à un moment donné.

Cet élément arbitraire n'indique pas cependant qu'une communauté scientifique puisse fonctionner sans un ensemble d'idées reçues. Il ne diminue pas non plus les conséquences de l'ensemble particulier d'idées auxquelles la communauté souscrit à un moment donné. La recherche réelle ne commence guère avant qu'un groupe scientifique estime qu'il est

en possession de réponses solides à des questions telles que : quelles sont les entités fondamentales dont l'univers est composé ? Comment réagissent-elles entre elles et agissent-elles sur les sens ? Quelles questions peut-on légitimement se poser sur de telles entités et quelles techniques employer pour chercher des solutions ? Pour les sciences pleinement développées tout au moins, des réponses (ou des substituts de réponses) aux questions de ce genre sont fermement intégrées à l'initiation qui prépare l'étudiant et lui donne accès à la pratique professionnelle. C'est parce que cette éducation est à la fois rigoureuse et rigide que ces réponses en arrivent à avoir une emprise profonde sur l'esprit des scientifiques, et cette emprise est une des grandes raisons de l'efficacité particulière de l'activité normale de recherche et de la direction dans laquelle elle se développe à tel moment donné. Lorsque nous étudierons la science normale, dans les chapitres II, III et IV, nous en arriverons finalement à décrire cette recherche comme une tentative opiniâtre et menée avec dévouement pour forcer la nature à se ranger dans les boîtes conceptuelles fournies par la formation professionnelle. Nous nous demanderons simultanément si la recherche pourrait avancer sans de telles boîtes, quel que soit l'élément arbitraire intervenant dans leurs origines historiques et, éventuellement, dans leur développement subséquent.

Cependant, cet élément arbitraire est présent, et lui aussi a un effet important sur le développement scientifique, effet qui sera étudié en détail dans les chapitres V, VI et VII. La science normale, activité au sein de laquelle les scientifiques passent inévitablement presque tout leur temps, est fondée sur la présomption que le groupe scientifique sait comment est constitué le monde. Une grande partie du succès de l'entreprise dépend de la volonté qu'a le groupe de défendre cette supposition, à un prix élevé s'il le faut. La science normale supprime par exemple souvent telle nouveauté fondamentale parce qu'elle est propre à ébranler ses convictions de base. Néanmoins, tant

que ces convictions conservent un élément arbitraire, la nature même de la recherche normale garantit que cette nouveauté ne sera pas supprimée pour très longtemps. Tantôt un problème normal, qui devrait être résolu au moyen de règles et de procédés connus, résiste aux assauts réitérés des membres les plus compétents du groupe dont c'est la spécialité. Tantôt, un appareillage conçu et construit dans un but de recherche normale ne réussit pas à fournir les résultats prévus et révèle une anomalie qu'aucun effort ne permet de réduire à ce qu'attendaient les spécialistes. Ainsi, et de bien d'autres manières encore, la science normale s'égare fréquemment. Et quand cela se produit — c'est-à-dire quand les spécialistes ne peuvent ignorer plus longtemps des anomalies qui minent la tradition établie dans la pratique scientifique —, alors commencent les investigations extraordinaires qui les conduisent finalement à un nouvel ensemble de convictions, une nouvelle base pour la pratique de la science. Les épisodes extraordinaires au cours desquels se modifient les convictions des spécialistes sont qualifiés dans cet essai de révolutions scientifiques. Ces bouleversements de la tradition sont les compléments de l'activité liée à la tradition de toute science normale.

Les exemples les plus évidents de révolutions scientifiques sont les épisodes fameux du développement scientifique, souvent déjà qualifiés de révolutions. C'est pourquoi, aux chapitres VIII et IX, où la nature des révolutions scientifiques est pour la première fois directement étudiée en détail, nous parlerons à plusieurs reprises des principaux moments critiques du développement scientifique que l'on associe aux noms de Copernic, Newton, Lavoisier et Einstein. Plus clairement que la plupart des autres épisodes, tout au moins dans l'histoire des sciences physiques, ils montrent bien de quoi il s'agit dans les révolutions scientifiques. Chacune d'elles a exigé que le groupe rejette une théorie scientifique consacrée par le temps en faveur d'une autre qui était incompatible.

Chacune a par conséquent amené un déplacement des problèmes offerts à la recherche scientifique et des critères selon lesquels les spécialistes décident de ce qui doit compter comme un problème admissible ou comme une solution légitime. Et chacune a transformé l'imagination scientifique en un sens qu'il nous faudra finalement décrire comme une transformation du monde dans lequel s'effectuait le travail scientifique. Ces changements, ainsi que les controverses qui les accompagnent presque toujours, sont les traits caractéristiques des révolutions scientifiques.

Ces traits caractéristiques émergent avec une clarté particulière d'une étude de la révolution newtonienne ou de la révolution chimique par exemple. Cependant, l'une des thèses fondamentales de cet essai est qu'ils se rencontrent aussi dans l'étude de nombreux autres épisodes d'apparence moins révolutionnaire. Pour le groupe beaucoup plus réduit de spécialistes qu'elles touchaient, les équations de Maxwell étaient aussi révolutionnaires que celles d'Einstein, et soulevèrent donc des résistances. L'invention de théories nouvelles provoque régulièrement et à juste titre les mêmes réponses chez certains spécialistes sur les domaines desquels ces théories empiètent. Pour eux, la nouvelle théorie implique un changement dans les règles qui gouvernaient jusque-là la pratique de la science normale. D'où un retentissement inévitable sur une partie du travail scientifique qu'ils ont déjà réalisé avec succès. C'est pourquoi une nouvelle théorie, quelque particulier que soit son champ d'application, est rarement ou n'est jamais un simple accroissement de ce que l'on connaissait déjà. Son assimilation exige la reconstruction de la théorie antérieure et la réévaluation de faits antérieurs, processus intrinsèquement révolutionnaire qui est rarement réalisé par un seul homme et jamais du jour au lendemain. Rien d'étonnant si les historiens ont eu de la difficulté à dater avec précision ce long processus que leur vocabulaire les contraint à considérer comme un événement isolé.

Les inventions de théories nouvelles ne sont pas les

seuls événements scientifiques dont le rôle soit révolutionnaire pour les spécialistes dans le domaine desquels ils se produisent. Les options qui gouvernent la science normale ne spécifient pas seulement quelles entités l'univers contient, mais aussi, par implication, celles qu'il ne contient pas. Il en découle, bien que ce point exige une discussion approfondie, qu'une découverte comme celle de l'oxygène ou des rayons X n'ajoute pas seulement un élément de plus aux éléments constitutifs du monde du savant. C'est bien là son effet ultime, mais auparavant il faut que la communauté professionnelle réévalue la procédure expérimentale traditionnelle, qu'elle modifie la conception des entités qui lui sont depuis longtemps familières, et, ce faisant, déplace le réseau de théories au travers desquelles elle envisage le monde. Le fait scientifique et la théorie ne sont pas catégoriquement séparables, sauf peut-être dans une tradition particulière de pratique scientifique normale. C'est pourquoi la découverte inattendue revêt une importance qui dépasse les faits, c'est pourquoi le monde du savant est qualitativement transformé en même temps qu'il est quantitativement enrichi par les nouveautés fondamentales des faits tout autant que des théories.

C'est cette conception plus large de la nature des révolutions scientifiques qui sera développée dans les pages qui suivent. Il est vrai que cet élargissement dépasse l'usage habituel. Je continuerai néanmoins à qualifier même les découvertes de révolutionnaires parce que c'est justement la possibilité de rattacher leur structure à celle d'une révolution, celle de Copernic par exemple, qui donne tant d'importance, à mes yeux, à cette conception élargie.

La discussion qui précède a indiqué comment les notions complémentaires de science normale et de révolution scientifique seront développées dans les chapitres II à X. Le reste de l'ouvrage tente de résoudre trois autres questions majeures. Au chapitre X, en étudiant la tradition des manuels, j'ai cherché à comprendre pourquoi les révolutions scien-

tifiques ont jusqu'ici été si difficiles à voir. Le chapitre XI décrit la concurrence révolutionnaire entre les tenants de l'ancienne tradition scientifique normale et les adeptes de la nouvelle théorie. Donc il présente le processus qui devrait, dans une théorie de la recherche scientifique, remplacer les méthodes de confirmation ou d'infirmation que notre conception habituelle de la science nous a rendues familières. La concurrence entre des fractions du groupe scientifique est le seul processus historique qui amène jamais réellement le rejet d'une théorie précédemment acceptée et l'adoption d'une autre. Finalement, au chapitre XII, je me suis demandé comment un développement s'effectuant au moyen de révolutions peut être compatible avec le caractère apparemment unique du progrès scientifique. Mais à cette question ne seront données que les grandes lignes d'une réponse qui dépend de certains caractères de la communauté scientifique et exige encore beaucoup de recherches supplémentaires.

A n'en pas douter, certains lecteurs se seront déjà demandé s'il est même concevable que l'étude historique puisse effectuer la transformation que je vise ici. Tout un arsenal de dichotomies nous affirme que non. L'histoire, répétons-nous trop souvent, est une discipline purement descriptive. Or les thèses avancées ci-dessus sont souvent interprétatives et quelquefois normatives. Beaucoup de mes généralisations concernent la sociologie ou la psychologie sociale des scientifiques ; tandis que certaines au moins de mes conclusions appartiennent traditionnellement à la logique ou à l'épistémologie. Dans le paragraphe précédent, je donne peut-être même l'impression d'avoir contrevenu à la distinction contemporaine très importante entre *le contexte de découverte* et *le contexte de justification*. Ce mélange de domaines et de problèmes divers peut-il indiquer autre chose qu'une profonde confusion ?

Ayant été nourri intellectuellement de ces distinctions et d'autres du même genre, il me serait difficile

de ne pas avoir profondément conscience de leur importance et de leur force. Pendant de nombreuses années, je les ai considérées comme faisant partie de la nature même de la connaissance, et je pense toujours que, convenablement refondues, elles auraient quelque chose d'important à nous apprendre. Pourtant mes tentatives pour les appliquer, même *grosso modo*, aux situations réelles, qui donnent naissance au savoir, à son acceptation, à son assimilation, les ont fait apparaître extrêmement problématiques. Plutôt que des distinctions élémentaires logiques ou méthodologiques qui seraient antérieures en somme à l'analyse de la connaissance scientifique, elles me semblent une partie intégrante d'un ensemble traditionnel de réponses fondamentales aux questions mêmes qui ont été l'occasion de leur développement. Cette situation circulaire ne leur enlève rien de leur valeur. Mais elle fait d'elles des éléments d'une théorie et, ce faisant, les soumet aux mêmes examens que ceux qui s'appliquent aux théories dans d'autres domaines. Pour que leur contenu soit plus que de l'abstraction pure, il faut alors découvrir ce contenu en les observant en liaison avec les faits qu'elles sont destinées à élucider. Comment l'histoire des sciences pourrait-elle ne pas être une source de phénomènes auxquels on puisse à juste titre demander que s'appliquent les théories sur la connaissance ?