

Quel regard sur le monde ? Science et culture au XXème siècle

Ilya PRIGOGINE
(Prix Nobel de Chimie 1977)

I - Introduction

Les organisateurs de cette conférence m'ont invité à présenter une communication sur le sujet "*How shall we face the future? What must be done so that the XXth century does not leave a legacy of barbarism?*". C'est là évidemment un sujet immense. Nous devons d'abord chercher à reconnaître l'apport du XXe siècle dans le domaine de la science et de la culture, pour discuter ensuite la signification de cet apport pour l'avenir de l'humanité. C'est ce que j'essaierai de faire avec vous, en vous proposant de nous placer à un point de vue particulier, celui de la question du dualisme science/culture, qui je crois est au coeur des problèmes discutés dans cette conférence.

Je voudrais tout d'abord insister sur le fait que la science est un phénomène culturel. Comme vous le savez, dans ses travaux remarquables sur la science et la technologie chinoises, Joseph Needham a posé la question "Pourquoi la science moderne n'est-elle pas née en Chine?". En effet, la Chine était particulièrement bien placée pour devenir le berceau des sciences et des techniques modernes. C'est de Chine que nous sont venues des découvertes décisives telles que la boussole, la poudre à canon, l'imprimerie et bien d'autres; l'algèbre et l'astronomie chinoises avaient produit de nombreux résultats prometteurs. Différentes raisons ont été invoquées pour répondre à la question de Needham. Parmi celles qui ont été souvent retenues figurent l'organisation bureaucratique de la Chine et l'absence d'un Dieu législateur souverain, idée profondément enracinée dans la pensée européenne de la fin du Moyen-Age. Quelle que soit la réponse spécifique que l'on peut donner à la question de Needham, il est clair qu'elle soulève le problème culturel dans toute sa complexité. Ma conviction est que l'idée d'un dieu garant des lois de la nature et de leur rationalité a joué un rôle essentiel lors des premiers développements de la science européenne.

I. PRIGOGINE

La science que nous disons aujourd'hui classique est née dans une culture où dominait l'idée de l'alliance entre un homme, situé à la charnière entre l'ordre divin et l'ordre naturel, et un dieu législateur et intelligible, architecte souverain conçu à notre image. Un témoignage remarquable est à ce point de vue la correspondance entre Leibniz et l'évêque Clarke, porte-parole de Newton. Cette correspondance faisait suite à une critique émise par Leibniz, accusant Newton d'avoir de Dieu une bien piètre opinion, puisque son oeuvre serait moins parfaite que celle d'un bon horloger; Newton parle en effet d'une action perpétuelle de Dieu, auteur d'un monde dont il ne cesse de nourrir l'activité. En réponse, Newton et Clarke accusent Leibniz de réduire Dieu au statut de *Deus otiosus*, de roi-fainéant, qui une fois la création posée une fois pour toutes se retire de la scène. Comme vous le savez, la conception de Leibniz a triomphé dans la science classique, dominée par la possibilité d'une omniscience indifférente au déroulement du temps. Le présent y détermine le futur, comme il peut servir à reconstruire le passé.

Peut-être faut-il souligner le caractère presque inconcevable de cette idée de réversibilité dynamique. La question du temps, de ce que préserve, de ce que crée, de ce que détruit son écoulement, a été depuis toujours au centre des préoccupations humaines. Bien des mystiques ont nié la réalité de ce monde changeant et incertain et ont posé l'idéal d'un savoir qui permette d'échapper à la douleur de la vie. Aucune de ces spéculations n'alla pourtant jusqu'à affirmer l'équivalence entre ce qui se fait et ce qui se défait, entre une plante qui pousse, fleurit et meurt et une plante qui ressucite, rajeunit et retourne vers sa graine primitive. La science classique - et plus spécialement la dynamique classique - affirma avec force cette équivalence.

C'est sans doute Einstein qui incarne le mieux cette vocation de la physique, idéal d'une connaissance qui dépouille notre conception du monde de ce qui, pour lui, n'était que la marque de la subjectivité humaine. L'ambition de certaines pratiques mystiques a toujours été d'échapper aux tourments d'un monde changeant et trompeur. Einstein a fait de cette ambition la vocation même du physicien, et, ce faisant, l'a traduite en termes scientifiques. Les mystiques cher-

chaient à *vivre* ce monde comme une illusion; Einstein, lui, entendait *démontrer* qu'il n'est qu'une illusion, et que la vérité est un Univers transparent et intelligible, purifié de tout ce qui affecte la vie des hommes, la mémoire nostalgique et douloureuse du passé, la crainte ou l'espoir de l'avenir.

Dans une telle conception, l'irréversibilité, la notion d'événement se trouvent ramenés au rang de simple apparence, et deviennent l'effet d'approximations que nous introduisons dans notre description du monde.

Le triomphe de la science classique, pour important qu'il ait été sur le plan du progrès de nos connaissances, a entraîné un clivage entre le monde et l'homme dont on ne saurait surestimer l'importance. D'un côté, le monde extérieur apparaissait comme un automate, une horloge réglée une fois pour toutes, en opposition absolue avec notre monde interne dans lequel, à tort ou à raison, nous vivons un temps créateur de nouveauté, dans lequel nous nous reconnaissons une liberté de choix qui fonde l'idée de rationalité. C'est là l'origine d'une dichotomie qui affecte toute la pensée de l'Occident depuis la naissance de la science moderne. Je ne puis entrer ici dans les développements que ce problème mérite; mais des observateurs attentifs de l'histoire des idées ont déjà remarqué le dualisme irréductible qu'il entraîne, manifeste dans des oeuvres comme celles de Kant ou de Bergson. Ce dualisme conduit inévitablement à une insertion instable de la science dans la culture, qui persiste de nos jours. Cette méfiance à l'égard de la science se retrouve jusque dans la classification des thèmes de ce colloque. Nous y lisons dans un thème que le monde contemporain est dominé par la science et les technologies; dans un autre thème, où sont évoqués les problèmes de culture et de société, on parle bien des beaux-arts et de la dimension spirituelle de l'humanité, mais il n'y est plus fait mention de science. On ne saurait trouver de meilleur exemple de cette dichotomie.

Le but de ma communication sera d'essayer de montrer que nous nous rapprochons lentement d'une vision plus unitaire où notre description de l'univers et notre expérience existentielle convergent à nouveau. Peut-être nous rapprochons-nous ainsi d'une réalisation

I. PRIGOGINE

du rêve de Karl Popper, "the aim is a picture of the world in which there is room for biological phenomena, for human freedom and human reason".

II - L'apport du XXe siècle

La contribution XXe siècle à la recherche scientifique et technique est immense, et je ne chercherai pas ici à en énumérer les différentes composantes. Mais je voudrais insister sur le renouveau des idées en tant qu'elles touchent de manière décisive la perspective que nous avons choisie ici, celle qui se rapporte à la relation science/culture.

...

A Koyré a présenté la naissance de la science moderne comme le passage du monde fini du Moyen-Age à l'univers infini de l'âge classique. C'est sans aucun doute vrai. Mais nous pouvons remarquer aujourd'hui que ce passage s'est fait d'abord au sein de la problématique des systèmes dynamiques périodiques, systèmes très particuliers qu'il est possible de décrire de manière complète. L'apport du XXe siècle est de comprendre que dans le cas général, la situation est toute différente, et que nous n'avons accès au monde qu'à travers une fenêtre finie quand il s'agit de systèmes instables. Cette notion d'instabilité se révèle centrale pour la compréhension de grandes lois de la physique, telle la seconde loi de la thermodynamique, qui exprime la croissance de l'entropie.

La notion d'instabilité, de chaos, d'amplification, sont aujourd'hui au centre des préoccupations d'un nombre croissant de chercheurs, dans des domaines de recherches qui vont des mathématiques à l'économie. Le fameux 'lundi noir' du dix-neuf octobre 1987 sera peut-être une date dans l'histoire des sciences, non pas en mémoire des victimes qui ont vu fondre une partie de leurs avoirs en bourse, mais parce qu'à partir de ce jour les grands journaux américains ont publié des articles sur la dynamique chaotique, en sorte que des notions comme celles de fluctuation, d'amplification, de bifurcation se sont frayé un chemin vers le grand public, un peu comme les notions de 'Big Bang' ou de trou noir l'avaient fait voici peu d'années.

Ceci dit, il convient d'observer que parler de fluctuation, d'amplification, de surprise, ce n'est en somme qu'évoquer le côté négatif de l'instabilité dynamique. Mais il existe aussi un côté positif; les systèmes instables soumis à des contraintes de non-équilibre sont susceptibles de produire des structures, dont les systèmes à l'équilibre thermodynamique n'offrent pas d'équivalent.

...

Le non-équilibre produit ses propres échelles d'ordre et de corrélations. Il crée des cohérences. Il nous amène donc à repenser les notions d'ordre et de désordre. Ce qui est essentiel, c'est de voir que les notions de structure et de fonction sont liées entre elles, comme nous le voyons clairement à l'échelle des ensembles urbains construits par l'homme, avec la spécialisation des quartiers urbains en fonctions résidentielles, administratives, ou commerçantes.

III - Repenser la complexité

Nous venons d'évoquer quelques grands apports du vingtième siècle. Ce siècle aura été le siècle des surprises. Il est exact que la mécanique quantique et la relativité ont leur source dans les acquis du XIXe siècle. Mais au-delà d'une continuation de la science du XIXe, le XXe aura amené des découvertes qui constituent une rupture fondamentale avec le passé. Qui aurait prédit que le temps s'introduirait au niveau le plus fondamental de la matière dans les transformations des particules élémentaires au niveau de la cosmologie ? Qui aurait cru que les concepts qui formaient les bases de l'intelligibilité physique au sens classique, le déterminisme et la réversibilité, se veraient ébranlés par de nouveaux phénomènes et de nouvelles représentations théoriques ? William Golding nous a rappelé que le déterminisme représente pour nous un "défaitisme culturel"; mais nous pouvons observer que c'est précisément sur ce point que les sciences du vingtième siècle prennent leurs distances par rapport à l'acquis de la science classique.

Aujourd'hui nous ne pouvons plus identifier certitude et raison, ni probabilité et ignorance. Quant à la notion de complexité, elle a connu une révision tout aussi spectaculaire. Pour la science classique, l'ordre était associé à l'équilibre, et le désordre au non-

I. PRIGOGINE

équilibre. Ce rapport est aujourd'hui pour ainsi dire inversé. Nous avons déjà signalé que le non-équilibre crée des structures, dont la cohérence dépasse largement celle des structures d'équilibre que décrivait la science classique. Classiquement, on n'aurait pas hésité à qualifier de simples les mouvements comme la chute des corps, et de complexes les phénomènes dont le cerveau ou les sociétés humaines sont le siège. Or, nous savons aujourd'hui que même pour les phénomènes gravitationnels, dès que nous passons de l'étude des mouvements d'un système à deux corps à celle d'un système à trois corps, des régimes de comportement nouveau apparaissent, qui évoquent à de nombreux points de vue les systèmes traditionnellement considérés comme complexes. Par suite, le fossé entre les systèmes que l'on disait respectivement simples et complexes se trouve largement comblé. Ce nouvel état de chose permet un transfert de connaissances inconcevable voici quelques années. Qu'il suffise d'évoquer des domaines comme la théorie de l'information ou l'intelligence artificielle. En 1985 se tenait à Bruxelles une réunion conjointe des Instituts Solvay de Bruxelles et de la Fondation Honda de Tokyo, sur le thème "*Laws of Nature and Human Conduct*", titre qui constituait à lui seul tout un programme.

Avec le développement des nouveaux moyens d'observation, qui vont des isotopes radioactifs aux satellites artificiels, nous avons appris que les écosystèmes sont instables, et cela au moment où la dynamique non-linéaire nous donne les moyens théoriques de comprendre l'amplification des fluctuations et l'apparition des bifurcations qui peuvent se produire dans de tels systèmes. Une meilleure compréhension des instabilités des systèmes écologiques et l'étude des perspectives d'avenir de notre planète sont évidemment des sujets prioritaires. Nous devons aller au-delà de l'idée de conservation; nous savons que notre planète a connu un optimum climatique voici une dizaine de milliers d'années, lorsque le Sahara et le Gobi abritaient des civilisations florissantes. Rien n'interdit de nourrir l'utopie d'un retour à de telles situations.

Cette vision nouvelle de la nature change aussi la manière dont nous comprenons notre insertion dans cette nature. Voici quelques années paraissait l'ouvrage de Jacques Monod *Le hasard et la nécessité*, qui exprimait avec une lucidité sans précédent les conséquences des

progrès de la biologie moléculaire : L'ancienne alliance est rompue; l'homme sait enfin qu'il est seul dans l'immensité indifférente de l'Univers d'où il a émergé par hasard.

La science classique semblait ainsi devoir conduire au désenchantement, voire à l'aliénation. Or, le conflit décrit par Monod entre les lois statiques du monde inanimé et le fait évolutif décrit par la biologie se trouve aujourd'hui largement résorbé. L'image que nous avons du monde extérieur et celle que nous avons de notre propre activité interne convergent. D'où la conclusion essentielle que je voudrais tirer de cet exposé, à savoir que le XXe siècle apporte l'espoir d'une unité culturelle, d'une vision non-réductrice, plus globale. Les sciences ne reflètent pas l'identité statique d'une raison à laquelle il faudrait se soumettre ou résister, elles participent à la création du sens au même titre que l'ensemble des pratiques humaines. Elles ne peuvent nous dire à elles seules ce qu'est l'homme, la nature ou la société. Elles explorent une réalité complexe, qui associe de manière inextricable ce que nous opposons sous les registres de l'être et du devoir-être.

IV - Quel plan d'action ?

Les nouvelles représentations que nous pouvons donner de la nature qui nous entoure et de notre insertion dans cette nature commencent de produire leur effet dans la culture. Un nouveau naturalisme se fait jour aujourd'hui : nous percevons une solidarité nouvelle entre l'homme et les autres êtres vivants, voire la biosphère tout entière. La science vit cette phase de transition au moment où l'humanité traverse elle aussi un âge de transition. L'originalité du XXe siècle aura été d'avoir proposé des réponses inattendues à des contradictions héritées du XIXe.

Curieusement, ce qui est vrai sur le plan scientifique l'est également sur le plan de l'histoire humaine. Car enfin, les deux grands drames associés aux deux guerres mondiales sont avant tout l'effet de la survivance d'idéologies héritées des temps passés - et singulièrement du XIXe siècle. Il est sans doute téméraire de porter un jugement sur un siècle dans lequel nous sommes encore plongés. Mais

I. PRIGOGINE

j'espère que les historiens du futur verront avec nous la marque d'une rupture qui se dessine après la seconde guerre mondiale, rupture qui semble annoncer une vision plus naturaliste, une nouvelle alliance de l'homme et de la nature, un plus grand respect de la dignité humaine.

L'évolution rapide dans laquelle nous sommes engagés comporte des dangers de clivage entre ceux qui savent et ceux qui ne savent pas, un danger de clivage aussi entre ceux qui participent à la révolution scientifique et économique actuelle et en bénéficient, et ceux qui n'y participent pas. Plusieurs fois au cours de ce colloque où seront évoqués les scandales de la maladie, de la famine, de l'inépartition des richesses. Il n'empêche : la science aura permis l'apparition d'un type de société où la responsabilité individuelle est plus grande qu'elle ne l'a jamais été; et elle aura créé un langage universel dans les termes duquel les hommes peuvent communiquer.

Le programme d'action qui se dégage de l'analyse que j'ai présentée correspond à des points soulevés dans d'autres communications. On a souligné ici l'importance du savoir, et cela à tous les niveaux : lutte contre l'analphabétisme, réforme de l'enseignement élémentaire, refonte du système de recherche des pays développés, qui devrait être davantage orienté sur l'interface homme/nature. Cette prise de position implique l'appui à des programmes comme *Global Change*, ou *Human Frontiers*, proposé par le gouvernement japonais, qui pourrait conduire à un réseau mondial de collaboration scientifique. Dans le même esprit, il est essentiel d'insister sur la mise en commun des ressources des océans, de l'espace, de l'information.

La rationalité nouvelle que développent les sciences est loin d'avoir dans les processus de prise de décision politique le poids qui devrait être le sien si l'on veut dépasser le court terme. C'est dans cet esprit que j'ai récemment proposé la création d'une Assemblée Scientifique Européenne, qui devrait assister la Commission des Communautés Européennes dans la conduite de sa politique. Bien d'autres initiatives devront être prises si nous voulons nous rapprocher des objectifs évoqués ici.

...

J'ai souligné dans cet exposé le fait que la science d'aujourd'hui encourage des vues pluralistes, puisque nous n'avons qu'une

fenêtre ouverte sur le monde. Nous devons dès lors lutter contre les idéologies réductrices dans les sciences humaines, l'économie ou dans la culture en général. Cette évolution dans les attitudes s'est en fait déjà manifestée depuis quelques décennies dans des domaines tels que la musique et la littérature. On déplore avec raison le danger des 'mass media' dans la destruction des héritages culturels. D'un autre côté, les moyens de communication et d'information permettent un niveau d'échanges culturels sans précédent.

C'est là un des enseignements essentiels de ce XXe siècle: la lutte pour le contrôle des territoires et des matières premières ne joue plus dans l'histoire de nos sociétés le rôle qu'elle a longtemps joué. On l'a souvent dit, à l'âge du silicium, la rareté critique aujourd'hui n'est plus celle des matières premières.

J'ai toujours été frappé par une certaine synchronicité dans l'histoire humaine à l'échelle planétaire. Les grands acquis techniques du néolithique comme la poterie ou l'agriculture ont fait leur apparition à des périodes comparables de l'histoire dans les diverses parties du monde. Mais cette synchronicité a été rompue : le XIXe siècle aura marqué le temps fort de ce processus de déséquilibre culturel. Il aura été le siècle de l'inégalité, le siècle des sauvages et des civilisés, des colonisateurs et des colonisés. Notre siècle a tenté de dépasser cette situation, et cherche à travers tous les conflits une conception plus universelle de la dignité humaine, moins soumise aux servitudes de l'histoire. Là encore, il aura donc marqué un virage irréversible dans l'histoire humaine*. Ce virage annonce un nouvel âge, une bifurcation. Sera-ce un nouveau départ vers la société ouverte rêvée par Karl Popper ? L'un des enseignements fondamentaux que nous propose la science de ce XXe siècle est que le temps n'est pas donné: le temps est construction. Notre futur est construction. Il reste à espérer que la présente réunion apporte une contribution non négligeable à cette construction.

* Le lecteur trouvera d'autres développements sur les sujets débattus ici dans un ouvrage d'I. Prigogine et I. Stengers, *Entre le temps et l'éternité* (à paraître aux éditions Fayard).