

## Progrès et révolutions scientifiques

La présente contribution est une réflexion épistémologique ; Elle portera aujourd'hui sur deux notions qui sont traditionnellement présentées comme antagonistes, l'idée de progrès et celle de révolutions scientifiques. Evidemment, le but de ma conférence – facile à deviner mais que j'ose à peine formuler – serait, si possible, de tenter de les concilier. Vous verrez que ce n'est pas facile. Je crains de vous laisser sur un demi-échec.

C'est d'autant moins facile que je fais cette conférence dans le contexte socioculturel d'aujourd'hui, c'est-à-dire un contexte qui est à la fois idéaliste, technophobe, et anti-scientifique, de sorte je ne doute pas que ce projet ne paraisse d'ores et déjà à certains d'entre vous – pas à tous, j'espère – bien utopique, sinon illusoire.

Qui peut sérieusement croire, aujourd'hui, en l'idée de progrès? Les philosophes ont ébranlé cette notion, dont Nietzsche, entre autres, montrait le caractère parfaitement idéologique, dès la fin du XIXe siècle, et même les scientifiques, désormais, très souvent n'y croient plus. Depuis l'échec des Lumières, puis du positivisme historique, puis du néopositivisme logique du Cercle de Vienne, une lente dérive s'est produite qui fait que nous avons peu à peu glissé dans un relativisme croissant, qui semble avoir ruiné, d'ailleurs, non seulement l'idée de progrès mais même jusqu'à la possibilité de fonder la science sur des bases fermes. Corrélativement, les épistémologies du XXe siècle, qui se sont construites au moment précis où cette science recevait son plus grand essor et subissait, du même coup, des changements majeurs (électromagnétisme, thermodynamique, théorie de la relativité, mécanique quantique, etc.) – ces épistémologies, donc, ont nécessairement mis en exergue des discontinuités du savoir, des ruptures, ou des refontes, allant jusqu'à identifier celles-ci à des révolutions dans la raison. Il en est résulté, il faut bien le reconnaître, un certain ébranlement de cette raison, auquel l'épistémologie bachelardienne – du reste – a plus que contribué puisqu'elle a souvent mis en évidence – pour reprendre un langage nietzschéen mais qui est aussi, en l'occurrence, bachelardien, des tremblements de concepts, des transmutations de valeurs, des effondrements ou des ruptures qui ont fractionné ou fragmenté le

rationalisme, non seulement historiquement, en le faisant éclater en différents systèmes de rationalités, mais aussi géo- ou topographiquement, puisque ce rationalisme s'est aussi régionalisé et particularisé selon les différents domaines d'expérience. A ces attaques en provenance de ce qu'on appellerait aujourd'hui l'épistémologie «internaliste» sont venus se surajouter les coups de boutoir portés par l'épistémologie «externaliste», c'est-à-dire cette épistémologie qui tend vers la sociologie de la connaissance et étudie les changements de configuration du savoir en fonction de ses déterminants sociaux-politiques. Cette démarche, du reste, se comprend : avec le coût croissant des instruments et des appareils scientifiques, la cité savante, devenue de plus en plus internationale, s'est faite de plus en plus tributaire de décisions d'ordre politique, économique ou sociales qui pèsent désormais sur ses orientations, son développement, et, de proche en proche, sur la construction des faits scientifiques eux-mêmes. Dans un tel contexte, évidemment, l'idée d'une progression autonome de la science vers une apothéose finale devient pour le moins suspecte. En d'autres termes, on doute très fortement que l'internationale scientifique – comme l'autre, du reste, qui s'est effondrée aussi – puisse sauver, sinon le genre humain, du moins le genre du vrai : c'est une chanson qui a désormais trop de fausses notes pour qu'on puisse l'entonner le cœur léger et la fleur au porte-plume.

Alors dans ce contexte, devant ce panorama qui, encore une fois, constitue notre paysage intellectuel actuel, je voudrais m'interroger de façon un peu intempestive : 1° Sur l'idée de progrès, afin de voir de quelle idée exacte de progrès nous nous sommes détachés; 2° Je voudrais m'interroger sur la notion de révolution scientifique et discuter les notions kuhnienne de "paradigme" et d'"incommensurabilité", en limitant, comme vous le verrez, leur domaine de validité; 3° Enfin, je voudrais vous proposer, sinon une idée révolutionnaire de progrès, du moins l'idée d'un progrès par la révolution, qui me semble préférable à une autre idée, plutôt défendue par Gilles Gaston Granger, et qui serait celle d'une sorte de révolution progressive..

\*

\* \*

Donc, quelques mots, d'abord, sur l'idée de progrès.

La notion de *progrès* vient du verbe latin *progredior, progredieris, progredieri, progressus sum*, qui signifie "aller en avant", avancer, marcher. Cette notion désigne ordinairement le développement d'un être ou d'une activité, d'où le passage d'un moins être à un mieux être et l'idée d'une réalisation ou d'un accomplissement graduel. *Progredior*, c'est en fait *pro-gradior*, marcher en avant, d'où est venu *gradus*, le pas, mais aussi la position ou l'attitude, la marche au sens de degré d'un escalier (ce qui a donné *gradin*) et enfin, au figuré, le degré dans une hiérarchie, d'où la notion de rang, que traduit le mot « grade », utilisé notamment par les militaires..

Cette idée de progrès, chez les Romains, s'appliquait d'abord simplement à ce que Cicéron, dans son *De Oratore*, 3, 206 appelle la *progressio discendi*, c'est-à-dire le progrès dans l'étude : et par ce progrès, il ne fallait entendre la moindre perfectibilité humaine, mais tout simplement, le fait d'avancer dans ses études, d'acquérir de nouvelles connaissances ou des connaissances plus approfondies. Secondairement, cette *progressio* en était venue à désigner une figure de rhétorique, la gradation, c'est-à-dire la figure du discours qui consiste à hiérarchiser les arguments en allant du plus faible au plus fort, pour terminer par l'argument massue. Par la suite, à partir de Boèce, le terme passera dans le langage mathématique pour désigner les progressions arithmétiques ou géométriques, qui sont d'ailleurs, comme vous savez, qualifiées par leur «raison», c'est-à-dire le rapport qu'entretiennent deux nombres qui se suivent.

Cette idée laïque de progrès est ensuite passée dans le christianisme où, une fois acquise l'idée de perfectibilité, elle s'est exprimée sous la forme d'une croyance, la croyance en une eschatologie graduelle. Notons que dans ce sens nouveau, l'idée de progrès est absolument absente, non seulement des cultures non-occidentales (comme l'Inde, par exemple) mais même de l'antiquité gréco-romaine, surtout marquée, dans le domaine de la philosophie de l'histoire, par les idées de stagnation, de décadence ou d'éternel retour.

Alors si on examine ce nouveau sens de l'idée de progrès, le sens chrétien, que je viens d'évoquer, on constate que cette notion renvoie d'abord à l'idée d'un perfectionnement moral de l'humanité : c'est ce qui ressort, par exemple, des textes de Saint-Augustin. Et donc, avec ce sens, cette idée ne viendra à se laïciser et à s'appliquer aux connaissances qu'à partir de la Renaissance.

C'est à cette époque que la notion de progrès se sécularise et que l'idée d'une croissance spirituelle de l'humanité cède bientôt la place à celle, plus profane, d'un développement des sciences et des techniques.

Curieusement, se produit ici une première inversion de valeur, dans la mesure où le pessimisme chrétien – qui a toujours soutenu que le mal existe, que l'homme est mauvais, marqué par le péché originel, et donc pécheur potentiel et impénitent – ce pessimisme chrétien, donc, se transforme ainsi en optimisme prométhéen.

Au XVIIe siècle, quand il s'avère que les Anciens ne savent pas tout et que les Modernes, par leurs nombreuses inventions, contribuent à accroître la connaissance, l'idée d'un ordre réglant l'enchaînement nécessaire des découvertes de l'humanité se fait jour (notamment avec Bossuet, et, quelles que soient les ambiguïtés dont cet ordre s'accompagne, c'est cette idée qui sera transmise au XVIIIe siècle.

C'est ainsi que Fontenelle, dans sa *préface à l'Histoire du renouvellement de l'Académie royale des sciences* (1702), y entonnera un véritable hymne à la science.

L'idée de progrès scientifique, conçue sur un mode accumulatif, est alors partagée par Turgot et Condorcet, tandis que Leibniz s'efforce d'en donner des modèles mathématiques, ce qui tend en fait à réinscrire le progrès dans l'ordre.

Au XIXe, Auguste Comte, avec la loi des trois états, héritera de cette idée de progrès tout comme, il hérite de l'idée d'ordre, et au XXe, on retrouvera encore cette idée nettement ancrée, même chez un épistémologue aussi discontinuiste que Bachelard.

Je ne résiste pas à l'envie de vous citer un passage de son livre *la philosophie du non* (P.U.F., 6e éd. 1973, p. 21). où il dit, textuellement, ceci :

«On peut discuter sans fin sur le progrès moral, sur le progrès social, sur le progrès poétique, sur le progrès du bonheur; il y a cependant un progrès qui échappe à toute discussion, c'est le progrès scientifique, dès qu'on le juge dans la hiérarchie des connaissances, en son aspect spécifiquement intellectuel.»

Pour Bachelard, encore, il y a donc un progrès indiscutable, c'est le progrès scientifique, à condition qu'on le juge du point de vue de la

hiérarchie des connaissances, et dans son aspect strictement intellectuel. Autrement dit, pour lui, d'une part, certaines connaissances sont plus élevées que d'autres, quand on les considère dans leur aspect intellectuel, c'est-à-dire à la fois, subjectivement, en tant qu'œuvre de l'esprit, et objectivement, dans la capacité d'intelligibilité du monde qu'elles procurent.

Pour Bachelard, l'existence d'un progrès scientifique ainsi compris a une conséquence majeure : c'est, corrélativement, l'existence d'un progrès philosophique, en tout cas un progrès philosophique des notions scientifiques. Voici ce que dit Bachelard à ce sujet, toujours dans le même texte :

«Insistons un instant sur cette notion de progrès philosophique. C'est une notion qui a peu de sens en philosophie pure. Il ne viendrait à l'esprit d'aucun philosophe de dire que Leibniz est en avance sur Descartes, que Kant est en avance sur Platon. Mais le sens de l'évolution philosophique des notions scientifiques est si net qu'il faut conclure que la connaissance scientifique ordonne la philosophie elle-même. La pensée scientifique fournit donc un principe pour la classification des philosophies et pour l'étude du progrès de la raison».

Je note donc deux choses :

1°) Même pour Bachelard, apôtre du rationalisme ouvert, des ruptures épistémologiques et des multiples rationalismes régionaux, il continue d'exister une raison, une raison une et unique, dont on peut donc rendre manifeste les progrès, ce qui suppose donc qu'au-delà des discontinuités subsiste au moins quelque chose comme un fil conducteur ;

2° Ce qui rend ce progrès manifeste, pour lui, ce qui en rend compte le plus nettement, c'est l'évolution philosophique des notions scientifiques. Je me permets d'insister sur le mot "philosophique". Ce n'est pas l'évolution des notions scientifiques elles-mêmes qui rend ce progrès manifeste. C'est l'évolution de ces notions "philosophiquement comprise". Cela suppose donc une construction ou une reconstruction, diront certains, de la part du philosophe. L'évolution des sciences ou des notions scientifiques en elles-mêmes pourrait très bien se révéler opaque et, du coup, on comprend qu'elle puisse nourrir, même chez les scientifiques, les lamentations d'usage.

Alors voilà donc de quelle notion de progrès l'épistémologie française est l'héritière. Voilà le sens qu'en définitive, elle lui a donné.

Eh bien c'est précisément une telle thèse qui se trouve rejetée par la quasi-totalité de nos contemporains. On ne croit plus, aujourd'hui, que la science porte avec elle la moindre idée de progrès, encore moins que le progrès scientifique puisse être le modèle sur lequel il faille aligner la connaissance philosophique. Une telle inféodation paraît même une véritable abomination.

Comment en est-on venu là? Comment expliquer ce scepticisme fondamental, omniprésent, et universellement répandu à l'égard de cette notion de progrès scientifique?

L'une des réponses – mais ce n'est pas la seule –, elle est évidemment à chercher du côté de la notion de "révolution". C'est pourquoi, je voudrais maintenant, dans un deuxième temps, développer quelques considérations sur les révolutions scientifiques.

\*

\* \*

Initialement, la notion de *révolution* vient du latin *revolutio*, de *revolvere*, rouler en arrière. Elle désigne originellement, je le rappelle, le mouvement d'un mobile qui, parcourant une courbe fermée, revient à son point de départ. D'où, évidemment, en astronomie, le sens de «mouvement d'un corps céleste sur son orbite», et, en mathématiques (ou en mécanique), celui de «mouvement de rotation d'un objet autour d'un axe». On parlera ainsi de *surface de révolution* ou de *solide de révolution*.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, la révolution va descendre, si je puis dire, du ciel sur la terre, et elle va prendre tout simplement le sens de «changement profond» ou de «bouleversement», tant en matière scientifique, d'ailleurs, qu'en matière philosophique et, bien entendu, économique et politique.

Le sens scientifique a d'ailleurs précédé, je le signale, le sens politique. C'est ainsi que Fontenelle, dans la préface à ses *Eléments de la géométrie de l'infini*, qualifie l'invention du calcul infinitésimal par Leibniz et Newton de – je cite <sup>1</sup> «révolution presque totale arrivée dans la

géométrie». C'est dans ses Oeuvres, publiées en 1790, au tome 6, page 43.. Semblablement, la naissance de la chimie lavoisienne va apparaître rétrospectivement, aux historiens des sciences de l'époque, comme une révolution. Certes, Guyton de Morveau, Lavoisier, Berthollet ou Fourcroy parlent plutôt, dans la méthode de nomenclature chimique, de «réforme» plutôt que de "révolution", et c'est le mot réforme que reprend Lavoisier dans le Discours préliminaire au Traité élémentaire de chimie<sup>2</sup>. Cela dit, vue par Black un siècle plus tard, la réforme est devenue, à juste titre, une véritable «révolution»<sup>3</sup> : en substituant le principe de l'oxygène à l'ancienne théorie du phlogistique, Lavoisier enterre la chimie de Stahl et jette les bases de la chimie moderne. Du reste, voudrait-on contester l'origine scientifique du mot "révolution" qu'on rencontrerait, sur son chemin, la Critique de la Raison Pure. A peu près à l'époque de la naissance de la chimie, (c'est-à-dire en 1787), Kant estimait que la physique de Galilée et de Torricelli, devenue, grâce à eux, expérimentale, était, elle aussi, redevable d'une véritable «révolution»<sup>4</sup> – c'est le mot qu'il emploie dans la préface à la 2e édition de la Critique de la raison pure – une révolution dans sa méthode, précise-t-il, au sens où cette physique doit désormais chercher dans la nature, et non faussement imaginer en elle-même, ce qu'il fallait qu'elle en apprenne et dont elle ne pouvait rien connaître autrement. Kant préconisait également – tout le monde le sait – que la métaphysique, suivant en cela l'exemple des géomètres et des physiciens, devait elle aussi opérer en elle – je cite la préface un peu plus loin – une «révolution totale»<sup>5</sup>, de sorte que, réglant l'expérience sur les concepts et principes de la pensée, non l'inverse, elle puisse enfin quitter l'empirisme pour le rationalisme.

Autrement dit, comme vous pouvez le constater, la fameuse Révolution avec un grand R, je veux dire la révolution politique de 1789 en

---

<sup>2</sup> Cf. Guyton de Morveau, Lavoisier, Berthollet, Fourcroy, *Méthode de nomenclature chimique*, Paris, Seuil, 1994, p. 63. Cf. aussi A.L. Lavoisier, «Discours préliminaire au Traité élémentaire de chimie», in *Cahiers pour l'Analyse*, n°9, «Généalogie des sciences», Paris, Seuil, 1968, p. 170.

<sup>3</sup> J. Black, *Lectures on the Elements of Chemistry*, Edimbourg, 1863, vol.1., p. 488-489.

<sup>4</sup> Kant, *Critique de la Raison Pure*, préface à la 2e édition, tr. fr., Paris, P.U.F., 1968, p. 17.

<sup>5</sup> *Ibid.*, p. 21.

France, révolution qui mettait fin, comme vous savez, à l'Ancien Régime – enfin presque – cette révolution, donc, avait été précédée de changements notables dans l'ensemble de la culture.

Alors au XIXe siècle, on va retrouver ce mot de révolution appliquées aux sciences. La notion de «révolution scientifique», d'abord écrite au singulier, a été évidemment un des maîtres-mots du positivisme d'Auguste Comte. Pour lui, il n'y a qu'une révolution, c'est – je cite le Cours de philosophie positive, 1ère leçon, p. 21) – ce qu'il appelle la «révolution générale de l'esprit humain»<sup>6</sup>. Cette révolution, selon Comte, caractérise la transformation fondatrice de la science moderne qui, d'après la «Loi des trois états», fait succéder à l'état théologique et à l'état métaphysique, un état ou régime *positif*, dans lequel l'esprit, délaissant la recherche des notions absolues et des causes intimes des phénomènes, s'attache uniquement à découvrir – je cite encore Comte – «par l'usage bien combiné du raisonnement et de l'observation»<sup>7</sup>, leurs lois effectives, autrement dit, leurs relations invariables de successions et de similitudes.

Quelle est l'origine de cette révolution?. Pour Comte, elle se perd dans la nuit des temps. Il est impossible, en fait, d'assigner l'origine précise de cette révolution, qui a, selon lui, été constamment poursuivie depuis Aristote et l'Ecole d'Alexandrie. Ce qui est, en tout cas, caractéristique de cette révolution, c'est – je cite toujours Comte – «le grand mouvement imprimé à l'esprit humain, il y a deux siècles, par l'action combinée des préceptes de Bacon, des conceptions de Descartes et des découvertes de Galilée»<sup>8</sup>. C'est cela qui, selon lui, sonne le véritable début de l'esprit positif. Donc, vous voyez que l'idée kantienne d'une révolution copernicienne (ou copernico-galiléenne), qu'on retrouvera également plus tard chez Bachelard, Koyré ou Kuhn – quelles que soient, par ailleurs, leurs différences d'interprétation<sup>9</sup> – cette idée d'une révolution copernicienne,

---

<sup>6</sup> A. Comte, *Philosophie première, Cours de Philosophie positive*, 1ère leçon, Paris, Hermann, 1975, p. 22.

<sup>7</sup> *Ibid.*

<sup>8</sup> *Ibid.*, p. 27.

<sup>9</sup> Cf. J. Seidengart, «Ruptures et révolutions scientifiques : la révolution copernicienne», in *Actualité et postérité de Gaston Bachelard, Cahiers du Centre Gaston Bachelard*, Paris, P.U.F., 1997, pp. 139-154.

donc, s'est imposée de plus en plus au savant et aux historiens des sciences qui ont suivi Kant..

C'est toutefois avec Cournot que la notion de révolution apparaît pour la première fois au pluriel, avec le sens qu'on lui confère aujourd'hui. Selon Cournot, les sociétés connaissent, à côté des changements lents de leurs conditions au cours des siècles, je cite le début des *Considérations sur la marche des idées et des événements dans les temps modernes* (de 1872) – les sociétés connaissent, donc, de « brusques secousses auxquelles on donne le nom de révolutions »<sup>10</sup> et qui, déterminées par des causes locales ou accidentelles, exercent leur action dans des sphères d'étendue variée (politique, morale, scientifique, etc.). Ce que Cournot nomme encore des « orages » ou « crises révolutionnaires » sont alors, selon lui, l'occasion pour la société de se réorganiser sur un plan systématique et régulier, d'après les nouvelles conceptions théoriques<sup>11</sup>. Ainsi, des phases d'ordre succèdent aux phases de désordre.

Il me semble que ce sont des considérations de cette nature qui vont être reprises et développées par Thomas Kuhn dans son célèbre ouvrage sur *La structure des révolutions scientifiques*, et appliquées spécifiquement à l'évolution de la science. Selon cet auteur, comme vous le savez, la science traverserait alternativement des périodes stables – qui caractérisent ce que Kuhn appelle la science « normale » – qui sont des périodes où le consensus de la cité savante se fait autour d'un ensemble de règles, de convictions ou de croyances partagées (ce que Kuhn appelle un "paradigme"); et puis, à côté de ces plages à peu près stables, la science traverse des périodes plus troublées, qui sont les périodes de « changement de paradigme », où les anciens systèmes d'explications se déferaient de manière soudaine et céderaient brusquement la place à d'autres (telles seraient, par exemple, la révolution galiléenne ou la révolution einsteinienne). Selon Kuhn, le passage d'une théorie à une autre s'opérerait de manière quasiment immédiate, un peu comme les changements de point de vue que provoquent ces figures paradoxales de la psychologie de la forme (du type canard-

---

<sup>10</sup> A.A. Cournot, *Considérations sur la marche des idées et des événements dans les temps modernes* (1872), 2 vol., Paris, Boivin, 1934, tome 1, p. 4.

<sup>11</sup> A.A. Cournot, *Essai sur les fondements de la connaissance et les caractères de la critique philosophique* (1851) Paris, Hachette, 1922, p. 444.

lapin), où la perception «saute», de façon discontinue, d'un régime de cohérence à un autre.

Alors ce recours à des mutations révolutionnaires pour expliquer la dynamique des changements scientifiques a différentes conséquences, que je voudrais brièvement rappeler:

- D'abord, en insistant sur les coupures de l'histoire et leur imprévisibilité, la thèse de Kuhn s'oppose aux explications continuistes de l'histoire des sciences en termes de progrès de l'esprit humain : c'était là, par exemple, la perspective typique des Lumières, et de quelqu'un comme Condorcet, par exemple). Mais cette perspective s'oppose aussi bien à une explication en terme de réalisation d'une Providence – ce qui était plutôt la perspective d'un Duhem, par exemple. Kuhn rejoint ainsi, dans une certaine mesure, des thèses proches de l'épistémologie française.

D'abord l'épistémologie de Bachelard (qui connaît, comme vous savez, non seulement la notion de «rupture épistémologique» mais même celle de «révolution» – le mot est employé dans *La Formation de l'esprit Scientifique* p. 16<sup>12</sup>);

Mais on peut aussi bien rapprocher Kuhn de l'épistémologie de Koyré (qui, bien que plus continuiste que Bachelard, néanmoins, dans ses *Etudes Galiléennes*, p. 9, emprunte lui-même à ce philosophe la notion de «mutation» de l'intellect humain<sup>13</sup>).

Alors, bien entendu, le refus Kuhnien de toute téléologie comme son opposition au mythe du précurseur sont des thèses classiques et du reste partagée par l'épistémologie française. En revanche, on juge en général plus spécifique de Kuhn la thèse de l'hétérogénéité des paradigmes, qui amène l'idée de la célèbre «incommensurabilité» des théories scientifiques, autrement dit, l'impossibilité de trouver une commune mesure entre elles, l'impossibilité de les situer dans le prolongement l'une de l'autre ou dans un même mouvement progressif.

Et bien que, pour Kuhn, «incommensurabilité» ne signifie pourtant nullement «incomparabilité»<sup>14</sup>, une telle thèse laisse entendre que les

---

<sup>12</sup> G. Bachelard, *La Formation de l'Esprit scientifique* (1938), Paris, Vrin, 1972, p. 16.

<sup>13</sup> A. Koyré, *Etudes Galiléennes I*, Paris, Hermann, 1939, p.9.

<sup>14</sup> T.S. Kuhn, «Commensurability, comparability, communicability» In P. Asquith and T. Nickles, (ed. PSA 1982), vol.2. *Philosophy of Science Association*, East Lansing, Michigan, 1983, p. 670.

différences d'organisation structurelle – et notamment d'organisation sémantique – des différents paradigmes sont telles qu'elles n'autorisent en aucun cas leur enchaînement. Autrement dit, l'évolution scientifique ne peut plus s'identifier à un procès cumulatif (ce en quoi Kuhn se distingue fondamentalement de Bachelard) et la science elle-même tend à devenir un discours comme un autre, qui n'a pas plus d'affinité qu'un autre avec la raison. Cette idée sera évidemment éminemment exploitée par Feyerabend pour soutenir sa théorie anarchiste de la connaissance qui autorise à solliciter la connaissance soit-disant scientifique de toutes les manières et à lui opposer n'importe quelle forme de discours, même le plus irrationnel, dès l'instant que ses prédictions sont réalisées;

- Deuxième conséquence de la thèse de Kuhn. Il faut remarquer que, sur le terrain propre de la philosophie anglo-saxonne, ces thèses kuhniennes s'opposent aussi bien à l'inductivisme (que ce soit celui de Stuart Mill ou celui de Carnap), qu'au déductivisme de Karl Popper ou d'Imre Lakatos, pour qui il existerait une véritable «logique de la découverte scientifique». Pour Kuhn, les mécanismes qui règlent l'adhésion à un paradigme, de même que ceux qui sont à l'origine du changement de paradigme, sont tout sauf rationnels, et bien que le nouveau paradigme soit supposé expliquer au moins autant que l'ancien, le passage de l'un à l'autre ne rapproche nullement d'une vérité dernière.

- Enfin, troisième conséquence, la notion de «révolution scientifique» conçue comme un changement global du mode de penser trahit déjà un type d'approche qu'on pourrait qualifier d'«externaliste» au sens où elle plonge en fait le devenir de la science dans l'évolution générale de la société. Ce point de vue sociologique est particulièrement accusé dans certains articles récents de Kuhn qui mettent en évidence des relations entre la science et l'art à une époque donnée : je pense en particulier à *Comment on the relation between Science and Art*, publié en 1969 dans une revue américaine<sup>15</sup>.

On voit qu'on est là sans doute très proche des perspectives de la sociologie de la connaissance, celle que pratiquent aujourd'hui en France des épistémologues comme Bruno Latour ou Maurice Callon, mais très éloigné de ce qui a constitué la base de l'épistémologie française,

---

<sup>15</sup> T.S. Kuhn, «Comment (on the relation between Science and Art)», *Comparative Studies in Society and History*, 11 (1969), pp. 403-412.

essentiellement internaliste, en tout cas de Comte à Canguilhem et à Dagognet, et qui, toutes disciplines confondues (pensons, par exemple, aux mathématiques et à Cavailles ou à Lautman) a toujours soutenu que, nonobstant les déterminations subies de l'extérieur, les contenus scientifiques pouvaient toujours être étudiés pour eux-mêmes, leur évolution suivant en quelque sorte une dynamique qui leur est propre.

D'où l'opposition de Canguilhem, par exemple, qui, au début de son livre *Idéologie et rationalité*, a tenté de ramener les idées de Kuhn au niveau de la psychologie sociale<sup>16</sup>, en suggérant – comme, du reste, certains de ses critiques anglo-saxons (en particulier Popper et Lakatos) l'avaient fait avant lui – qu'on pouvait repérer chez lui une méconnaissance totale de la rationalité spécifiquement scientifique<sup>17</sup>.

Comment résoudre ce conflit?

Comment concilier, si toutefois c'est possible, les discontinuités historiques soulignées par Kuhn et déjà mises en évidence par Bachelard, et puis, d'un autre côté, cette idée de progrès en laquelle semble continuer de croire la tradition française avec Bachelard, et au-delà de lui-même chez ses disciples les plus remarquables : Canguilhem, Dagognet, Chazal?

\*

\* \*

Une tentative de conciliation, mais au bénéfice de l'épistémologie française, a été esquissée par un bachelardien quelque peu dissident, si je puis dire, qui est Gilles-Gaston Granger.

Gilles-Gaston Granger, dans un livre intitulé "La science et les sciences", a tenté un dépassement habile de Kuhn en suggérant en fait l'existence de deux types de discontinuités dans l'évolution de la science<sup>18</sup> :

---

<sup>16</sup> G. Canguilhem, «Le rôle de l'épistémologie dans l'historiographie scientifique contemporaine», in *Idéologie et Rationalité dans les sciences de la vie*, Paris, Vrin, 1977, p. 22-23.

<sup>17</sup> F. Russo, «Epistémologie et histoire des sciences», *Archives de Philosophie*, 37, 4, oct.-décembre 1974.

<sup>18</sup> G.-G. Granger, *La science et les sciences* (1993), Paris, P.U.F., 1995, p.103-109.

- Le premier type de discontinuité serait des discontinuités de type *externe*. Ces discontinuités ne recouvriraient que partiellement l'idée kuhnienne de paradigme compris comme résultat d'une mutation radicale de la pensée, dans la mesure où leur description, comme on va le voir, va être très différente. Je propose d'appeler les paradigmes associés à ces discontinuités externes des G-paradigmes ou paradigmes au sens de Granger, pour les distinguer des paradigmes au sens de Kuhn ou K-paradigmes. Trois éléments les caractérisent :

1°) Granger s'en sert essentiellement pour désigner ce qu'il appelle les ruptures *les plus profondes* de l'évolution des sciences : par exemple, la rupture qu'a connue l'évolution de la mécanique au XVIIe siècle, où l'on est passé d'une multiplicité de savoirs dispersés et invérifiables (qui constituaient en quelques sortes pseudo-paradigmes) à un savoir relativement unifié dans sa visée (celui de la nouvelle mécanique).

2°) Deuxième élément caractéristiques de ces G-paradigmes : loin de se laisser définir par leurs déterminations externes, ils trouvent plutôt leur unité dans leur cohérence interne, ainsi que dans la reconnaissance suffisamment précise et opératoire de ce que Granger appelle un *objet* ou un schéma fondamental dont on cherche à déterminer des lois : par exemple, la notion de force, ou celle d'électricité, ou celle de chaleur, etc.

3°) Enfin, 3e caractère fondamental de ces G-paradigmes : ils ne sont pas monolithiques : les mutations qui caractérisent leur apparition ne sont pas forcément synchrones dans les différents domaines de savoir qui les constituent, de sorte que le passage à la définition de nouveaux objets peut emprunter certaine transition intermédiaire, comme celle de ce que Holton appelle des "thèmes" : par exemple, l'idée de l'atomisme de la matière, ou encore, l'idée vague de force, etc.).

Voilà pour les discontinuités externes ou les G-paradigmes ou paradigme au sens de Granger, qui leur sont liés.

- Maintenant Granger soutient l'idée qu'il y a d'autres discontinuités, des discontinuités qui ne sont alors que des discontinuités *internes*. Ces discontinuités internes sont les différences qui – je cite Granger (La science et les sciences, p. 107) «se produisent à l'intérieur d'une même visée objective d'un domaine de faits au cours du progrès de la science»<sup>19</sup>. Ainsi, dans la période scientifique, c'est-à-dire à l'intérieur du G-paradigme qui

---

<sup>19</sup> *Ibid.*, p. 107.

caractérise toute la science depuis le 17<sup>e</sup> siècle environ, eh bien, à l'intérieur de ce paradigme, une théorie scientifique comme la relativité restreinte se traduit bien quand même par une discontinuité : c'est une rupture radicale avec la mécanique newtonienne : le référentiel d'espace et de temps est profondément modifié, la mesure des espaces et des temps dépend désormais du mouvement relatif de l'observateur et de l'observé. De plus, des changements fondamentaux dans la description des phénomènes en découlent, comme, par exemple, la variation de la masse avec la vitesse, l'équivalence de la masse et de l'énergie, ou encore, l'invariance relativiste des équations de Maxwell du champ électromagnétique. Cependant, malgré cette rupture, – je cite Granger, toujours p. 107 – «le souci de description et d'explication des phénomènes, l'exigence de cohérence déductive, de contrôle expérimental sont inchangés»<sup>20</sup>. D'abord, ainsi que le note Granger, une intertraduction est possible : et c'est vrai que, dans la théorie de la relativité restreinte, quand on considère des vitesses de déplacement négligables devant la vitesse de la lumière, les relations de Lorenz redonne les relations de Galilée. Elle sont d'ailleurs faites pour. Ce qui fait que la nouvelle théorie, comme le souligne aussi Granger, englobe et explique l'ancienne. Elle en explique notamment les limites et les lacunes. Ce qui prouve donc qu'il y a progrès et qu'on peut la juger meilleure.

Pour Granger, par conséquent, ce que Kuhn – ou même Bachelard – ont décrit comme étant des conflits de théories (et qui sont donc des oppositions de K-paradigmes à l'intérieur d'un même G-paradigme), ne sont donc en fait que des conflits de *représentations* – conflits qui tendent à s'effacer au cours du temps, une théorie postérieure finissant toujours par rendre compte de la pluralité des points de vue précédemment jugés comme antagonistes<sup>21</sup>.

La théorie de Granger permettrait donc – vous le voyez – de maintenir l'idée d'un progrès scientifique au-delà même des discontinuités mises en évidence par Kuhn.

Alors, comme je reste un peu sceptique face à cette habile façon de s'en sortir, je voudrais soulever trois difficultés :

---

<sup>20</sup> *Ibid.*

<sup>21</sup> Cf. G. Bachelard, *Le Rationalisme Appliqué*, Paris, P.U.F., 1970, p. 140-141.

1. Je ferai d'abord observer que la différence entre G-paradigme et K-paradigme risque d'être difficile à établir, qu'on s'appuie pour ce faire sur des critères d'ordre historique ou normatif. Qu'est-ce qui va permettre de dire, face à une rupture épistémologique, surtout si elle s'accompagne d'un changement général de paradigme : nous sommes devant une G-rupture ou une K-rupture. Pour les hommes qui sont immergés dans la science en train de se faire, c'est rigoureusement impossible. Donc, la distinction n'a pas d'utilité du point de vue de l'épistémologie au sens bachelardien, puisque cette épistémologie doit se faire à partir du présent, elle doit être, je le rappelle – c'est ce que dit la fameuse conférence au Palais de la Découverte de 1951 – une histoire actuelle.

2. L'existence d'un même G-paradigme pour toute la science moderne a évidemment pour effet de relativiser considérablement l'importance des ruptures en histoire des sciences. Mais cet effacement est tout de même très problématique. Concernant, par exemple l'opposition Einstein-Newton, Granger a raisonné essentiellement sur la théorie de la relativité restreinte. Alors, il me semble déjà que la démonstration aurait été plus difficile à faire s'il avait, par exemple, comparé relativité générale et mécanique newtonienne. Car, en 1929, à une époque où Bachelard ne se souciait pas encore de se servir de la science pour ordonner la philosophie dans une perspective de progrès, il avait écrit un très beau livre intitulé *La Valeur inductive de la Relativité*. Or, dans ce livre, où Bachelard étudiait en particulier la théorie de la relativité générale, il constatait qu'en relativité générale, le champ de gravitation est lié à la courbure de l'espace, de sorte que ce champ n'existe pas dans un espace plat. Il faisait alors la remarque très pertinente suivante et que n'aurait pas démentie Kuhn : quand on part de la relativité générale, on ne retrouve pas facilement Newton à partir d'Einstein. Il faut au contraire de nombreuses «mutilations»<sup>22</sup> – le mot "mutilation" est dans le texte de Bachelard – pour récupérer la force newtonienne à partir des symboles de Christoffel du calcul tensoriel.

Alors quelle est la conséquence de cette remarque?

La conséquence de tout cela, c'est qu'on ne peut pas minimiser ni la rupture épistémologique qu'introduisent en mathématiques les géométries non-euclidiennes, ni le changement syntaxique qu'amène en physique le

---

<sup>22</sup> G. Bachelard, *La Valeur inductive de la relativité*, Paris, Vrin, 1929, p. 49.

calcul tensoriel, un tel changement ayant d'ailleurs des conséquences sémantiques et pragmatiques notables.

Comme le notait Bachelard dans un langage d'ailleurs quasi-hégélien, les expressions mathématiques des lois d'attraction, qui ne font que préciser des cas particuliers, relèvent d'une réflexion *extérieure*, au lieu que l'écriture tensorielle, solidaire d'un esprit *homogène* et tout entier présent dans son effort mathématique, *possède une fécondité propre*, bouleversant les formes d'explication, de cohérence et de contrôle. D'où la célèbre formule de Langevin, qu'il aimait à citer : «le calcul Tensoriel sait mieux la physique que le physicien lui-même»<sup>23</sup>.

Alors, bien sûr, Leibniz, rêvait sans doute déjà d'un tel automatisme formel, mais il en rêvait de façon vague, ou alors, il lui avait donné, avec la caractéristique, une forme inadéquate. Le calcul tensoriel, c'est tout à fait autre chose, et c'est quelque chose de totalement inédit.

### 3. Troisième remarque anti-grangérienne.

A supposer qu'on accepte l'idée que l'ensemble de ce que nous appelons communément «science» depuis la révolution galiléenne relève d'un même G-paradigme (les contrastes du type Newton-Einstein ou géométrie euclidienne-géométrie non-euclidienne ne reflétant alors que l'opposition de K-paradigmes), le problème fondamental est seulement *repoussé*.

C'est-à dire que rien ne dit que la science que nous connaissons représente vraiment un état *définitif* du savoir, de sorte que, l'éventualité demeure que l'actuel G-paradigme puisse être un jour déposé. En conséquence, les notions de progrès et de vérité, telles qu'elles nous apparaissent valables dans ce super-cadre défini depuis Newton<sup>24</sup>, n'en sont pas moins ébranlées au plan général.

Rien ne dit, dans cette perspective que, de même que notre G-paradigme s'est substitué à un précédent G-paradigme qui était celui du savoir antique, de même, un nouveau G-paradigme viendra remplacer le nôtre et notre façon de faire de la science depuis Newton.

Je ne crois pas que Granger ait des réponses à ces questions. En dialectisant l'idée de paradigme, il a seulement repoussé le problème plus loin. Il a fait, certes, du grand mouvement qui s'esquisse au XVIIe siècle

---

<sup>23</sup> G. Bachelard, *Le Nouvel Esprit Scientifique* (1934), Paris, P.U.F., 1968, p. 54.

<sup>24</sup> Cf. G.-G. Granger, *op.cit.*, p. 111.

une même révolution progressive, rétablissant en cela une continuité profonde par delà les discontinuités apparentes, mais il a laissé planer un doute sur le sort de ce super-paradigme qu'il a introduit.

Indéniablement, ce qui est à porter à son crédit, c'est qu'il a essayé de sortir d'un relativisme de plus en plus affirmé au plan international et défendu, à des degrés divers, dans l'épistémologie anglo-saxonne.

En face, en effet, qu'est-ce qu'on a?

En deux mots, je dirai que, de Larry Laudan à Bas Van Fraassen, de nombreuses théories se sont développées, ces dernières années, qu'on peut rassembler en énonçant trois caractéristiques communes, qui vont pratiquement toutes dans le même sens, c'est-à-dire dans le sens du scepticisme :

1° D'abord, pour toutes ces théories, la visée de la vérité n'est plus forcément reconnue comme une condition suffisante des démarches scientifiques. Parfois même, la notion de vérité est réduite à une pure correspondance intralinguistique : c'est le cas dans toutes les théories qu'on dit aujourd'hui "déflationnistes" de la vérité au sens où elles réduisent la vérité à la thèse de Tarski, autrement dit, comme le montre Quine, à l'idée que la vérité n'est qu'une décitation. Pour toutes ces théories, dire qu'un énoncé est vrai ne lui ajoute quasiment rien : "la neige est blanche", entre guillemets, si et seulement si la neige est blanche, sans guillemet. Je n'ai fait que reproduire l'énoncé, en lui enlevant les guillemets. Alors bien sûr, le vrai problème, c'est la validation des énoncés d'observation, et là, il s'agit bien d'un processus scientifique à part entière. Simplement, cette validation est moins, pour un philosophe comme Quine, une visée de la science qu'un simple moyen de tester l'utilité des théories. Si ces théories prédisent ce qui arrive, alors tout va très bien, on les garde. Si elles sont prises en défaut par quelque contre-exemple suffisamment convaincant, alors on en change.

2° Deuxième caractéristique de ces nouvelles théories épistémologiques : l'idée que les changements que la science connaît peuvent avoir toutes sortes de motivations. On peut citer des motivations d'ordre psychologique, des effets de mode; des phénomènes de génération, des circonstances sociologiques, etc. D'une façon générale, je dirai que ces théories se caractérisent par l'effacement de l'opposition entre contexte de découverte et contexte de justification.

L'origine de cette opposition, je le rappelle, remonte à l'ouvrage de Hans Reichenbach, *The Rise of Scientific Philosophy*, publié à Berkeley en

1951. Le philosophe Herbert Feigl, dans un article de 1970 («The Orthodox View of Theories», paru dans *Analyses of Theories and Methods of Physics and Psychology*, à Minnéapolis) a pu reformuler cette opposition de la manière suivante : «c'est une chose, écrit-il, de retracer les origines historiques, la genèse et le développement psychologiques, les conditions socio-politico-économiques qui poussent à accepter ou à rejeter des théories scientifiques; mais c'en est une autre que de fournir une reconstruction logique de la structure conceptuelle et de la vérification des théories scientifiques». Voilà la distinction à laquelle adhérerait l'épistémologie française.

Or, selon la tradition anglo-saxonne, et en particulier, Paul Feyerabend, toute la question est cependant de savoir si et jusqu'à quel point cette distinction, claire en elle-même, reflète une différence réelle et si la science peut avancer sans qu'il y ait une forte interaction entre les deux domaines. Pour lui, la réponse est clairement négative. Il l'a dit et redit, notamment dans *Contre la Méthode* (Seuil 1979), en soutenant 2 thèses :

1) La thèse que les historiens s'abusent en reconstruisant l'histoire des sciences de façon rationnelle. Selon Feyerabend, il y a – je cite – «une différence très nette entre les règles de la vérification telles qu'elles sont reconstruites par les philosophes de la science, et les méthodes utilisées par les scientifiques au cours de leur recherche réelle».

2) Seconde thèse : au cours de l'histoire, et notamment de Copernic à Einstein et à Bohr, un certain nombre de théories scientifiques se sont imposées malgré de mauvais arguments, malgré des difficultés intrinsèques immédiates et malgré nombre de défauts qualitatifs patents. Ces exemples montrent donc, selon Feyerabend, – je cite toujours *Contre la Méthode* – qu'«une application absolue des méthodes de critique et de preuve prêtées au contexte de justification balayerait la science telle que nous la connaissons – et d'abord n'aurait jamais permis qu'elle apparaisse» (*ibid.*).

Alors Feyerabend en tire, pour ce qui le concerne, un argument en faveur d'une théorie irrationaliste de l'évolution de la science

    Tout le monde, bien entendu ne va pas aussi loin.

3° Cela dit – et c'est la troisième caractéristique commune à une très grande partie de l'épistémologie actuelle – les théories épistémologiques récentes ne reconnaissent pas l'idée de progrès. En particulier, l'idée qu'une théorie puisse fournir de meilleures explications qu'une autre est souvent rejetée, parfois même avec des arguments curieux, comme celui qu'utilise,

par exemple Bas van Fraassen dans l'un de ses livres. Pour combattre, en effet les justifications naturalistes des lois scientifiques, c'est-à-dire les justifications qui sont fondées sur cette inférence à la meilleure explication, Van Fraassen donne l'argument suivant : pour qu'on puisse parler de "meilleure explication", et donc comparer des explications différentes du monde, il faut supposer, soit qu'il y a déjà un monde ou un même environnement, soit qu'il existerait une sorte de pré-adaptation des théories à leur environnement qui justifierait qu'on puisse les comparer. Mais, ajoute Van Fraassen, cette hypothèse est en contradiction avec le modèle darwinien. Ce qui est donc suggéré, c'est que l'histoire pourrait suivre une sorte de mécanisme de sélection "naturelle", entre guillemets parfaitement aveugle des théories scientifiques, qui subiraient donc des mutations parfaitement aléatoires. Popper et Toulmin avaient d'ailleurs, les premiers, utilisé ce modèle darwinien, il y a de cela beaucoup d'années. Mais de nombreuses critiques, à l'époque, avaient été faites à ce genre de transpositions : par exemple Marcello Piatelli-Palmerini, dans un article intitulé «not on Darwin's Shoulders: a critique of evolutionary epistemology», *Boston Colloquium for the Philosophy of Science*, janvier 1988) avait montré que ce genre de métaphore n'était qu'un cache-misère qui substituait à l'énigme de l'évolution des connaissances celle de l'évolution de la vie.

On n'en est pas bien plus loin aujourd'hui.

Je dirai simplement pour conclure que je ne me satisfais ni de la facilité des épistémologies sceptiques, ni de la solution partiellement rationaliste de Granger.

D'une part, je considère qu'il n'est pas très rassurant de voir s'effacer l'opposition des contextes de découverte et de justification, ni de devoir admettre que l'évolution des sciences est soumise à des contraintes qui traduisent un empiétement général de l'externe et de l'interne. Un bachelardien ne s'y résout pas de gâté de cœur.

En même temps, les faits sont là. Le mode de production de la science actuelle tend à l'orienter, à l'évidence, dans des directions qui ne sont plus simplement le résultat du travail de la preuve ou d'une visée première de vérité, de cohérence ou de complétude.

Dans une époque où la science, devenue techno-science, est désormais soumise à la loi des appels d'offre et concoctée dans une myriade de laboratoires, d'officines et de revues dont la constitution, le financement,

les pratiques et les résultats échappent souvent au contrôle des scientifiques eux-mêmes, le sujet de la science ne peut plus se réduire à la raison savante. Il est ainsi possible que, *nolens volens*, nous soyons entrés dans une nouvelle ère, et que, pour le pire plutôt que le meilleur, une révolution dangereuse ne se soit produite, affaiblissant considérablement ce que, jusque là, nous tenions encore pour faire partie de l'idée de science.

Cela dit, je ne m'avoue pas vaincu.

Avant de se ranger derrière les sceptique, je considère qu'il y a tout un travail à reprendre sur les notion de vérité et de loi scientifiques, sur les circonstances qui ont amené leur ébranlement, sur l'interprétation qui a été donnée, à mon avis assez légèrement, à un certain nombre d'événements qui se sont produits entre 1915 et 1931 et ont contribué à développer à tort, en logique et en mathématiques, d'abord, en physique ensuite, un relativisme de plus en plus affirmé, dont on voit les conséquences aujourd'hui. Pour être plus précis, je considère qu'il faut refaire l'épistémologie de la théorie des modèles et examiner de près les textes de Skolem, de Hilbert ou de Gödel. C'est une entreprise de longue haleine que je ne vais pas mener aujourd'hui mais qui devrait tendre à montrer que, même en renonçant à l'absolutisme des pères fondateurs de la logique, la science ne devient pas pour autant n'importe quoi, et qu'elle n'est pas seulement ce colosse aux pieds d'argile que les philosophes se plaisent désormais à décrire, parce que, sans doute, cela redonne du lustre à leur propre discipline.

Je ne fais qu'esquisser ici un programme de recherche, mais ce que je voudrais faire, c'est réellement montrer que les vrais progrès existent, qu'ils sont réellement révolutionnaires, mais que cette situation n'hypothèque pas l'idée de rationalité, du moins d'une rationalité en devenir. Je crois qu'il est plus que jamais nécessaire de résister aux sirènes de l'irrationnel, y compris en épistémologie. Et pour indiquer, pour finir, une direction qui me paraît féconde, je crois qu'il serait opportun de reprendre cette idée bachelardienne souvent défendue d'une raison surrationnelle.

Pour bien montrer que la raison s'était désormais coupée de ses bases et qu'elle ne s'étendait plus par simple accumulation, Bachelard a quelquefois utilisé la métaphore de la « non-monotonie » : «Le temps de cet enrichissement monotone » [de la raison] paraît fini» écrit-il par exemple dans l'Engagement rationaliste, p.10). Autre formule également, citée un peu plus loin dans ce texte. :Pour sortir définitivement de cette

« *monotonie spirituelle* » écrit Bachelard, p. 12, il convient de « rendre à la raison sa fonction de turbulence et d'agressivité » (E.R., p. 7).

Alors, laissons de côté ce thème connu de la réhabilitation d'une raison polémique face à la raison architectonique, et interrogeons-nous plutôt sur la métaphore de la non-monotonie.

En Analyse, on appelle depuis le début du XXe siècle (Osgood, 1901) **fonction monotone** une fonction dont le sens de variation est toujours le même sur un certain intervalle (Osgood, 1901)

Dans les années 70-80, ce terme est passé en logique et on a pu alors distinguer deux types de logiques.

1) Une **Logique monotone**, qui peut se caractériser de la façon suivante : Si  $\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$  désigne un ensemble de formules, et si  $f$  et  $g$  sont des formules du langage dans un système formel de raisonnement muni de la déduction  $\_$ , alors la propriété de monotonie s'énonce de la façon suivante :

Si  $\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$  mène à  $f$  alors  $\{f_1, f_2, \dots, f_n, g\}$  mène à  $f$

2) Une **Logique non monotone (ou système de raisonnement révisable (Doyle, Mc Dermott, 1980))** : Dans une telle logique non monotone, on veut pouvoir inférer que  $f$  est vraie à partir d'un ensemble de formules  $\phi$  (prémises) puis éventuellement que  $f$  est fausse à partir d'un ensemble de prémisses  $\{\phi, \psi\}$  où  $\psi$  est un ensemble de formules vraies supplémentaires

Cette extension non-monotone de la raison est précisément ce que Bachelard appelle le surrationalisme :

Je crois que, typiquement, le bachelardisme est une logique non-monotone du développement des sciences. C'est là ce qui fait sa spécificité. Je pense donc que c'est dans le cadre d'une telle logique qu'on pourrait donner aujourd'hui peut-être un avenir à ce courant de pensée, en fondant rigoureusement l'idée de progrès révolutionnaire.