

CONTRIBUTION DES TECHNIQUES ET DES TECHNOLOGIQUES DANS LES RÉVOLUTIONS SCIENTIFIQUES (THOMAS SAMUEL KUHN)

KONAN Yao Abraham

Maître-Assistant,

École Normale Supérieure (ENS) d'Abidjan – Côte d'Ivoire

akonan398@gmail.com

Résumé

Le progrès scientifique s'est noué avec le développement de la technique. Autant de découvertes scientifiques découlent des progrès techniques autant certains progrès techniques sont réalisés à partir des découvertes scientifiques et de l'application des théories scientifiques. Il apparaît que plusieurs inventions techniques réalisées sont des solutions aux problèmes scientifiques ou du moins, sont des outils de résolutions des problèmes que suscite la recherche scientifique. Ce faisant le problème susciter est de savoir quel est l'apport réel des techniques dans le processus des révolutions scientifiques ? Comment l'implication de la technique et des engins technologiques dynamisent-ils les révolutions scientifiques ? L'objectif principal vise à rechercher l'implication de la technologie dans le processus des révolutions scientifiques. L'un des objectifs spécifiques est d'établir historiquement la relation entre la science et la technique dans le processus du progrès scientifique. Un autre objectif est de démontrer que la collaboration entre science et technologie produit des découvertes, puis, provoque des révolutions sciences. La démarche est à la fois historico-critique, analytique et synthétique.

Mots clés : *découvertes, inventions, progrès scientifique, technique, technologie*

Abstract

Scientific progress is linked to the development of technology. Just as scientific discoveries stem from technical progress, some technical progress is also made from scientific discoveries and the application of scientific theories. It appears that many technical inventions are solutions to scientific

problems, or at least tools for solving problems raised by scientific research. In doing so, the question raised is what is the real contribution of technology to the process of scientific revolutions? How does the involvement of technology and technological devices energize scientific revolutions? The main objective is to research the involvement of technology in the process of scientific revolutions. One of the specific objectives is to historically establish the relationship between science and technology in the process of scientific progress. Another objective is to demonstrate that the collaboration between science and technology produces discoveries, then causes scientific revolutions. The approach is at once historical-critical, analytical, and synthetic.

Keywords: *discoveries, inventions, scientific progress, technique, technology*

Introduction

Le développement de la science est devenu un phénomène vital à tel enseigne que nul ne peut rester vraiment indifférent de nos jours. Les prouesses de la science depuis le XX^{ème} siècle au XXI^{ème} siècle sont spectaculaires. Car, le progrès scientifique a amené avec lui le développement et l'amélioration des techniques. Mais aussi, on pourrait dire que le développement des techniques a dynamisé les découvertes scientifiques ces dernières décennies. Tout compte fait, il apparaît que le progrès scientifique soit intimement lié aux développements des techniques. Cependant, quel est l'apport réel des techniques dans le processus des révolutions scientifiques aujourd'hui ? Comment l'implication de la technique et des engins technologiques dynamisent-ils les révolutions scientifiques actuellement ? l'objectif principal vise à rechercher l'implication de la technologie dans le processus des révolutions scientifiques. L'un des objectifs spécifiques est d'établir historiquement la relation entre la science et la technique dans le processus du progrès scientifique. Un autre objectif est de démontrer que la collaboration entre science et technologie produit des découvertes, puis, provoque des révolutions

sciences. La démarche est à la fois historico-critique, analytique et synthétique.

1. Du choc copernicien aux développements scientifiques et technologiques

Le progrès scientifique s'est noué avec le développement de la technique. Après les grands bouleversements opérés par Copernic dans la conception du monde à partir de 1543 dans *les Révolutions des sphères célestes*, ouvrage dédié au pape qui proclame une théorie héliocentrique (la Terre tourne autour du soleil et non l'inverse), la relation entre science et la construction des appareils technologiques va prendre forme. En arrachant la Terre du centre du monde et en la plaçant dans le ciel parmi les planètes, Copernic venait de saper les fondations mêmes de l'ordre cosmique traditionnel. Cela a favorisé l'invention de nouvelles techniques d'observation pour l'apprécier. Certes, le système de Copernic est en réalité inexact. Car, il place le soleil au centre de l'univers et ne conçoit pas un univers en expansion.

Nous devons nous rendre à l'évidence, déclare Alexandre Koyré, le monde de Copernic est fini. De plus, il paraît psychologiquement tout à fait normal que l'homme qui fit le premier pas, celui d'arrêter le mouvement de la sphère des fixes, ait hésité à faire le second, celui de la dissoudre dans l'espace sans limites. (A. Koyré, 1962, p. 52.)

Néanmoins cette théorie débusquant l'homme au centre du monde, va susciter de nouvelles questions fondamentales dans la recherche scientifique, voire astronomique. De nombreuses recherches scientifiques vont prolonger les

travaux de Copernic¹. Déjà, vers la fin du XVI^{ème} siècle, le théologien et philosophe Giordano Bruno affirma par ses écrits et ses discours que l'univers est infini. Alexandre Koyré précise ceci :

Il est vrai que Nicolas de Cues nous avait déjà dit à peu près la même chose. Nous ne pouvons cependant pas ne pas reconnaître la différence d'accent. Tandis que Nicolas de Cues constate simplement l'impossibilité d'assigner des limites au monde, Giordano Bruno affirme son infinitude et s'en réjouit : la détermination et la clarté supérieures de l'élève comparées à celles de son maître sont tapantes. (A. Koyré, 1962, p. 62.)

C'est Giordano Bruno qui avance des théories audacieuses en proclamant que le soleil n'est pas au centre de l'univers. Il n'est qu'une étoile perdue parmi tant d'autres dans un univers infini. Condamné pour hérésie après avoir proclamé deux infinis, celui de Dieu et de l'univers qui ne saurait coexister, on le fit brûler sur le bûcher en 1600.

Malgré cela, l'idée d'un univers infini commençait à prendre place dans les recherches scientifiques. Des savants entreprenaient la construction d'appareils astronomiques, télescopiques en vue non seulement d'observer le mouvement des astres mais aussi, pour corroborer la nouvelle conception de l'univers. C'est dans cette perspective que l'italien Galilée² découvre grâce à sa lunette astronomique que la Terre n'est pas la seule planète à posséder des satellites. Malgré cette

¹<https://www.philisto.fr/cours-33-revolutions-scientifiques-et-progres-techniques-xvi-xviiiie.html>, consulté en avril 2025.

² Nous rappelons pour mémoire que le célèbre procès de Galilée de 1632 à 1633 va au-delà de la question de la théorie héliocentrique (vérité alors implicitement admise par les autorités religieuses). Car Galilée, par ailleurs provocateur ridiculise le pape dans son dialogue sur les deux systèmes du monde. Il affirme la totale liberté du savant devant tout autre pouvoir. Il est condamné à l'abjuration et à une résidence surveillée.

découverte, il est encore partisan d'un mouvement circulaire et non elliptique des planètes autour de l'astre central qu'est le soleil. C'est le Tchèque Johannes Kepler qui montra le mouvement elliptique des planètes autour du soleil contre l'idée d'un cercle parfait.

Ce faisant, les recherches scientifiques se développaient dans plusieurs domaines. Les savants inventaient des appareils de plus en plus appropriés aux découvertes scientifiques. C'est dans cette atmosphère qu'Isaac Newton s'appuyant sur les travaux de Kepler, formula en 1687 dans sa *philosophiae naturalis principia mathematica* la loi de la gravitation universelle qui unit en un même principe l'attraction réciproque des corps, les observations terrestres (chute des corps, origine des marées) et les observations astronomiques (mouvement elliptique des planètes, l'aplatissement de la Terre aux pôles). Cette découverte est révolutionnaire car l'idée de l'action de forces à distance paraissait inconcevable au XVII^{ème} siècle. Il énonce également le principe d'inertie. Les grands astronomes du XVIII^{ème} siècle s'attacheront à démontrer la validité du système Newtonien à travers des techniques nouvelles.

Le domaine de la chimie est révolutionné par Lavoisier. Le chimiste Antoine Laurent Lavoisier (1743- 1794) réalise dès 1772 des expériences décisives sur la combustion avec une technique nouvelle. Il constate, sous cloche, que l'augmentation du poids du métal correspond à une diminution du poids de l'air. Auparavant, une théorie erronée, celle du phlogistique, a longtemps servi de cadre aux travaux des savants. Elle est illustrée par l'allemand Stahl qui affirme que les métaux, le charbon et tous les corps susceptibles de brûler sont chargés d'un fluide qu'il nomme phlogistique. Ainsi, un corps brûle parce que du phlogistique s'en dégage. Le phlogistique expliquerait aussi la corrosion (rouille du fer). En 1777, Lavoisier³ réalise l'analyse

³ Savant exemplaire, il peut être à juste titre considéré comme le père de la chimie moderne. Il est guillotiné en 1794 pendant la révolution en tant que fermier général.

et la synthèse de l'air avec de nouveaux outils technologiques et démontre la fausseté de la théorie du phlogistique. Il pose aussi les bases de la loi de la conservation à partir de 1787, avec Guyton de Morveau, Fourcroy et Berthollet. Il dote la chimie d'un langage propre en créant une nomenclature simple et commode.

Les recherches s'opéraient également sur le phénomène de l'électricité avec des instruments nouveaux. À partir du XVII^{ème} siècle commence une série d'observations sur l'électricité que l'on apprend à produire et maîtriser.

Ces électriciens qui, pensant que l'électricité est un fluide, ont accordé une importance particulière à la conduction, fournissent un excellent exemple en occurrence. Guidés par cette idée qui ne pouvait guère convenir à la multiplicité connue des effets d'attraction et de répulsion, plusieurs d'entre eux conçurent le projet de mettre en bouteille le fluide électrique. Le résultat immédiat de leurs efforts fut la bouteille de Leyde, appareillage que n'aurait jamais pu découvrir un homme explorant accidentellement ou au hasard, mais qui fut en fait réalisé indépendamment par deux chercheurs au moins, dans les années 1740 (T. Kuhn, 2008, p. 38)

Presque dès le début de ses recherches, Franklin se préoccupa d'expliquer cet appareil étrange et, en l'occurrence, particulièrement révélateur. Le fait qu'il ait réussi fut le plus efficace des arguments qui firent de sa théorie un paradigme, bien qu'incapable encore de rendre compte de tous les cas connus de répulsion électrique. Le français Coulomb énonce les premières lois physiques sur l'électricité. En 1800, la première pile électrique est inventée par l'italien Volta, ouvrant la voie aux progrès décisifs du XIX^{ème} siècle. Toutes ces découvertes et

inventions ont été un tremplin pour le développement de la science et de la technologie.

2. De l'émergence des relation science et technologie dans le processus des révolutions scientifiques

Autant des découvertes scientifiques découlent des progrès techniques autant certains progrès techniques sont réalisés à partir des découvertes scientifiques et de l'application des théories scientifiques. D'ores et déjà, nous percevons que plusieurs inventions techniques réalisées sont des solutions aux problèmes scientifiques ou du moins, sont des outils de résolutions des problèmes que suscite la recherche scientifique⁴. Le paratonnerre a été conçu qu'après les expériences de Benjamin Franklin sur le phénomène électrique et de la décharge électrique du tonnerre.

L'aérostat des frères Montgolfier est inspiré par les connaissances nouvelles sur les propriétés des gaz. Mais, l'inverse est aussi vrai. Les progrès techniques tels que le perfectionnement des instruments d'observation et de mesure : lunettes astronomiques, microscopes, baromètres, etc., ont facilité les expériences.

En faisant, par ailleurs, une rétrospection, nous apercevons que la technique a longtemps été considérée comme un art. Jusqu'à la renaissance, on n'avait pas le sentiment d'une grande division entre les sciences et les arts. Léonard de Vinci, comme tant d'autres, passait librement d'une spécialité à l'autre ; ce n'est que plus tard qu'elles se sont catégoriquement divisées. D'ailleurs, même après l'interruption de ces échanges réguliers, le terme « *art* » a continué à s'appliquer à la technique et à

⁴ Pour illustrer nos propos nous prenons pour exemple les travaux réalisés sur le thermomètre par René de Réaumur et Anders Celsius sur l'étude de l'électricité.

l'artisanat (que l'on considérait aussi comme progressifs) autant qu'à la peinture et à la sculpture.

C'est seulement quand ces dernières renoncèrent sans équivoque à faire de la représentation leur but et recommencèrent à se mettre à l'école des primitifs que la séparation que nous considérons aujourd'hui comme un fait acquis prit toute son ampleur. (T. Kuhn, 2008, p. 221)

Mais, comment la technique qui jadis appartenait aux arts a-t-elle put devenir une application de la connaissance scientifique ? Si la science et la technique se sont développées jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle de façon relativement autonome, elles sont devenues progressivement interdépendantes en se couplant toujours plus finement avec la production industrielle et les nouvelles technologies. Le fait que les sciences deviennent des moyens au service du développement des techniques se justifie dans la recherche d'une application féconde des théories scientifiques. Pour la pensée moderne, l'idée de la technique⁵ fait référence à des procédés élaborés à partir des connaissances scientifiques. Car, la technique est définie comme une application de la science. Dès lors, science, technique, industrie forment aujourd'hui un complexe à la fois intellectuel et pratique, la « *techno-science* ». Un instrument, une machine nous apparaissent comme « *une théorie matérialisée* », selon l'expression de Gaston Bachelard (*les intuitions atomistiques*). Si le microscope « *est un prolongement de l'esprit plutôt que de l'œil* », pour reprendre l'exemple du philosophe, il faut comprendre la technique non plus comme un ensemble de

⁵ Des découvertes scientifiques ont découlé des progrès techniques. Du côté de la métallurgie, le maître de forges anglais Abraham Darby met au point en 1735 la technique de transformation de la houille en coke qui permet d'obtenir dans les haut-fourneaux une fonte d'une bien meilleure qualité. En 1784 est mis au point par Henry Cort le procédé du « puddlage » qui affine la fonte par brassage à haute température sur feu de coke dans un four à réverbère, qui diminue la consommation en charbon de bois (problème de la disparition progressive des forêts). Des découvertes scientifiques ont découlé des progrès techniques.

procédés plus ou moins empiriques, mais comme un savoir possédant sa propre rationalité.

On peut dès lors peut-être comprendre pourquoi le mécanisme, ou mieux le cinématisme, est une science formelle d'une pureté indéniable. Les réalisations techniques qui en suivent le plan offrent donc des exemples, des paradigmes susceptibles d'éveiller et de régler la pensée spéculative. [...] Cette réalisation technique solide, stable, a, par ailleurs, un caractère qui doit retenir le philosophe. L'industrie moderne n'individualise pas l'objet qu'elle crée. Étrange création où le général prime le particulier ! À certains égards, la fabrication en série est une application de la cause formelle aristotélicienne. C'est là que la forme est réellement agissante, qu'elle organise une matière. [...] À la mathématisation progressive de la technique correspond ainsi une esthétique occasionnelle dont la vraie force réside dans les formes de plus en plus rationnellement appropriées à la matière et à l'action. (G. Bachelard, 1987, p.p. 156 – 158)

Outre le fait que la technique soit la réalisation des théories scientifiques, la connaissance scientifique crée un monde possible qui exige une vérification expérimentale à travers des outils technologiques appropriés. Lorsque la technique est le moyen de la réalisation de la connaissance scientifique alors, le possible devient un réel. La science a besoin d'une application technique. Sans cela, elle reste théorique, abstraite. De même, la technique, sans une théorie scientifique qui la justifie est superstitieuse. Mieux, le développement actuel de la technique est nécessairement ou foncièrement basé sur des théories scientifiques. À l'époque actuelle, la science et la technique ont

fusionnée pour donner les programmes technologiques. En d'autres termes, tout outil technologique est une application de théories scientifiques.

La science, comme le dit Bachelard, est une énigme qui renaît, une solution amène un problème. Le réel, pour le chercheur, est nimbé de possible et l'étude du possible est une tentation contre laquelle le savant, si positif qu'il soit, se défend mal. Rien de plus difficile que d'égaliser sans cesse l'Esprit à la Réalité présente. La technique, au contraire, réalise pleinement son objet et cet objet, pour naître, a dû satisfaire à des conditions si nombreuses et si hétérogènes, qu'il échappe aux objections de tout scepticisme. Il est une preuve par le fait dans toute l'acception du terme. Mieux, il est l'élément décisif de la confiance scientifique. (G. Bachelard, 1987, p. 155)

Pour Kuhn d'ailleurs, l'essor des techniques, voire la technologie peut se justifier dans les sciences, en grande partie, lors des révolutions scientifiques. Lorsque des scientifiques contestent les fondamentaux d'un paradigme, de nouvelles techniques et des nouveaux outils technologiques sont inventés par ceux-ci, non seulement pour montrer les insuffisances du paradigme régnant mais aussi, pour justifier la nouvelle pratique scientifique. « Nous éprouvons, affirme Kuhn, bien des difficultés à voir la profonde différence qui sépare la science et la technologie, sans doute est-ce en partie du fait que le progrès est un attribut évident de ces deux secteurs » ? (T. Kuhn, 2008, p. 221) Dans le progrès actuel de la science, les outils technologiques ont une place primordiale. On pourrait même dire la technologie peut aussi bien se trouver en amont qu'en aval des découvertes scientifiques actuelles.

En amont, c'est avec le perfectionnement des appareils technologiques que certaines découvertes ont été possibles et continuent d'être possibles. Il a fallu des appareils hypersophistiqués pour pouvoir développer au niveau microscopique les prouesses actuelles de la science. Par exemple, les théories du vide quantique, les théories de l'effet tunnel, et les recherches sur les théories des super cordes et de la gravitation quantique à boucles, etc. sont possibles grâce aux progrès incontestables des outils technologiques. Dans plusieurs autres domaines scientifiques également, tels qu'en biologie cellulaire, biochimie, (...) pareils progrès sont entrepris grâce à la technologie. Au niveau macroscopique, les nouvelles inventions technologiques permettent de prévoir des phénomènes tels que des séismes, les éclipses, et autres catastrophes naturelles, etc.

En aval, il convient de dire, la quasi-totalité des outils technologiques sont une application de théories scientifiques. Mieux, les machines ou programmes technologiques sont la matérialisation des théories scientifiques. De ce fait, une invention technologique est pour un besoin déterminé, elle a un but. En appliquant les lois mathématiques et physiques pour inventer un engin, le concepteur ou l'ingénieur veut *ipso facto* résoudre un problème offert ou suscité par la recherche scientifique. C'est le cas de programme Microsoft qui a été conçu par Bill Gates pour une communication⁶ interconnecté au réseau Web. L'essor de la science et son application technique a permis d'explorer l'espace et de pousser encore plus loin les limites de la connaissance scientifique.

3. L'implication des outils technologiques dans les révolutions scientifiques

Les progrès techniques ont facilité les expériences scientifiques.

⁶ Plusieurs autres applications sont développées dans cette trajectoire des télé- communications telles que les téléphones portables multi- fonctions, des logiciels courants et hypersophistiqués, etc. De multiples engins technologiques ont vu le jour depuis le début du XX^{ème} siècle avec la matérialisation des théories scientifiques.

Un cas classique de découverte due au hasard, est le cas de la découverte des rayons X, d'un type plus fréquent qu'on ne le croit à lire les comptes rendus habituellement rédigés de façon impersonnelle, dans les milieux scientifiques. Les exemples de découverte accidentelle, comme celle des rayons X par le physicien allemand Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), qui reçut le prix Nobel de physique pour cela en 1901, montrent que découverte accidentelle ne veut pas dire « découverte sans cadre théorique ». En novembre 1895, Röntgen réalisait des expériences sur les tubes cathodiques. Pour ne pas être gêné par la lumière produite par le tube, il le recouvre de papier noir opaque. Le 8 novembre, en alimentant son circuit à haute tension, il observe par hasard qu'un écran mis à proximité du tube devient fluorescent. Il entame alors une série d'expériences.

L'histoire commence le jour où le physicien Roentgen interrompit une recherche normale sur les rayons cathodiques parce qu'il avait remarqué qu'un écran de platino-cyanure de baryum, placé à quelque distance de son appareillage blindé, émettait une lueur quand la décharge se produisait. [...], Roentgen avait pour lui-même acquis la conviction que cet effet n'était pas dû aux rayons cathodiques, mais à un agent présentant au moins une certaine similitude avec la lumière. (T. Kuhn, 2008, p. 89)

La présence de ce phénomène nouveau ne pouvait pas être prise en compte par les chercheurs en ce moment, puisque non seulement le paradigme à partir duquel l'expérience se déroulait n'avait pas prévu l'apparition des rayons lumineux mais aussi l'appareillage était moins perfectionné que ces nouveaux appareils du XXI^{ème} siècle. En outre, ces rayons apparaissaient sans doute lors des expériences antérieures sans même que les

chercheurs aient eu connaissance. Ce sont certainement l'appareillage de Roentgen (en 1895) qui était, peut-être plus perfectionné que celui de ses prédécesseurs, lui permis de faire cette remarque. Mais aussi, ce fut son attention et son sens d'observation minutieuse qui lui donna la conviction que cet effet lumineux n'était pas dû aux rayons cathodiques, mais à un agent présentant au moins une certaine similitude avec la lumière.

Cependant, le paradigme dans lequel Roentgen et ses contemporains travaillaient ainsi que les appareils technologiques qu'ils disposaient ne leur permirent pas de pousser ou d'approfondir les recherches sur les rayons X. C'est ce qui explique le temps mis avant qu'on ne puisse intégrer les rayons X dans les recherches et dans les expériences. Ne connaissant pas la nature de ces rayons mystérieux, Roentgen les nomme « rayons X »⁷. Le 28 novembre de la même année (1895), il réalise la première radiographie : celle de la main de sa femme. Outre son aspect ludique, l'anecdote montre que, si la découverte est accidentelle, elle n'a pu avoir lieu que parce que Röntgen possédait les outils théoriques nécessaires pour identifier qu'il se passait quelque chose qui méritait d'être analysé. Le tube étant rendu opaque, il ne pouvait pas éclairer l'écran si seuls, les rayons visibles étaient émis. Dans des cas pareils, disons qu'on ne trouve pas ce qu'on cherche, mais plutôt, on observe ce que l'on pensait ne pas voir.

C'est la raison pour laquelle ce n'est qu'au moins une décennie plus tard que les nouvelles inventions techniques vont permettre aux chercheurs d'intégrer le rayon X et mettre en place les outils technologiques novateurs. La découverte du rayon X va révolutionner la recherche scientifique et susciter ainsi, un

⁷ Les rayons X sont une forme de rayonnement électromagnétique à haute fréquence constitué de photons dont la longueur d'onde est comprise approximativement entre 0,001 nanomètre et 10 nanomètres (10^{-12} m et 10^{-8} m), correspondant à des fréquences de 30 pétahertz à 300 exahertz (3×10^{16} Hz à 3×10^{20} Hz). L'énergie de ces photons va d'une centaine d'ev (électron-volt), à environ un MeV¹. C'est un rayonnement ionisant utilisé dans de nombreuses applications dont l'imagerie médicale (« radiographie conventionnelle »²) et la cristallographie.

nouveau paradigme à partir duquel plusieurs autres découvertes verront le jour. Par suite, c'est la découverte des rayons infrarouges. C'est aussi l'invention de la théorie de la relativité qui révolutionne la conception du monde macroscopique. Dans ce même élan, la mécanique quantique à son tour révolutionne la physique dans le monde microscopique. Ainsi, les scientifiques arrivent à apercevoir des éléments microscopiques, chose impossible à œil nu. Grâce à la découverte du microscope, des révolutions a eu lieu dans différents domaines de la science expérimentale. En chimie, on parlera des éléments micro-chimiques. En biologie, on parlera également des éléments micro- biologiques, etc.

L'invention du microscope à favoriser la découverte d'un monde microscopique vaste inconnu jusque-là. Ce faisant, l'invention des appareils microscopiques pour explorer le monde quantique devient indispensable. Le second exemple est celui de la chambre à bulles : il s'agit d'un détecteur mis au point en 1953 par le physicien américain Donald Arthur Glaser, prix Nobel de physique en 1960. Cette chambre à bulles permet de visualiser les trajectoires des particules de la physique atomique : atomes, électrons, etc. Son principe de fonctionnement est le suivant : un liquide (souvent de l'hydrogène) placé dans une chambre, est comprimé par un piston de manière que sa température soit supérieure à sa température d'ébullition sous la pression atmosphérique, mais inférieure à sa température d'ébullition sous la pression à laquelle il se trouve placé. On fait ensuite passer les particules dans la chambre⁸. Lors de leur mouvement, elles vont interagir avec les molécules proches d'elles et les ioniser. Si on éclaire par un flash et que l'on photographie, la trajectoire est matérialisée par un chapelet de petites bulles perceptible avec un microscope à effet tunnel, dont l'invention a valu le prix Nobel de physique à Gerd Binnig et

⁸ Juste après le passage de la particule à détecter, on détend le piston (pendant 1 ms environ), et le liquide revient à la pression atmosphérique. L'ébullition débute autour des ions créés par la particule.

Heinrich Rohrer en 1986. Rappelons que l'effet tunnel relève de la mécanique quantique. Nous donnerons ici, les grands principes de fonctionnement de cet instrument, pour illustrer la très grande complexité théorique qui peut être enfouie dans la mesure. Pour W. Heisenberg (1971, p.p. 206-207), qui conçu un projet pareil auparavant, annonce que

L'investigation expérimentale de ce problème exige que se concentrent sur les particules atomiques des forces et des énergies bien plus grandes que celles qu'il a fallu pour explorer le noyau. Étant donné que les énergies entreposées dans le noyau ne sont pas assez grandes pour nous fournir l'outil pour de telles expériences, les physiciens doivent compter, soit sur les forces de dimensions cosmiques, soit sur l'ingéniosité et l'habileté des techniciens.

*Le microscope à effet tunnel*⁹ (STM : Scanning Tunneling Microscope) utilise l'émission par effet tunnel d'électrons entre l'échantillon et une sonde en forme de pointe métallique lorsque celle-ci parcourt la surface de l'échantillon à très faible distance. L'effet tunnel est une des prédictions de la mécanique quantique. Dans d'autres mécaniques, une particule, qui n'a pas assez d'énergie pour surmonter une barrière de potentiel de hauteur V_0 , reste indéfiniment bloquée du côté de la barrière où elle se trouve initialement. En mécanique quantique, par contre, la fonction d'onde associée à cette même particule n'est pas nulle de l'autre côté de la barrière. Lorsque la pointe de la sonde parcourt la surface, des électrons sont échangés par effet tunnel entre celle-ci et les atomes de la surface. L'intensité du courant induit est fonction de la distance entre l'atome de la pointe et celui de

⁹ L'on appelle l'effet tunnel Lorsqu'il y a une certaine probabilité pour que une particule franchisse la barrière, et ce même si son énergie est inférieure à V_0 . Tout se passe comme si la particule empruntait un " tunnel " au travers de la barrière de potentiel.

l'échantillon. En mesurant ce courant, on accède donc à une mesure de cette distance. En balayant la surface, on établit une cartographie de la surface de l'échantillon à l'échelle atomique. Il en ressort que le développement de la technologie et de la science a des répercussions sur le cadre social. Nous pourrions même affirmer qu'il existe un lien entre les révolutions scientifiques et le développement de la société.

Conclusion

Le progrès scientifique est intimement lié au développement de la technique et de la technologie. Autant des découvertes scientifiques découlent des progrès techniques autant certains progrès techniques sont réalisés à partir des découvertes scientifiques et de l'application des théories scientifiques. Il apparaît que plusieurs inventions techniques réalisées sont des solutions aux problèmes scientifiques ou du moins, sont des outils de résolutions des problèmes que suscite la recherche scientifique. Cette relation dynamique et permanent entre théories scientifiques et appareillages technologues fertilise les découvertes scientifiques et l'invention des appareils technologies. Cette relation lorsqu'elle met fondamentalement en cause des vérités scientifiques, cela suscite des révolutions scientifiques. Par ailleurs, les révolutions scientifiques et technologique ont une incidence réelle sur les habitudes des personnes et sur l'environnement social. L'on pourrait même dire le progrès technoscientifique transforme les pratiques sociales.

Bibliographie

BACHELARD Gaston, 1987. *Essai sur la connaissance approchée*, Librairie philosophique J. Vrin, Paris.

BACHELARD Gaston, 1996. *La formation de l'esprit scientifique* : contribution à une psychanalyse du feu, Gallimard Paris.

HEISENBERG Werner, 1971. *Physique et philosophie*, Traduction de Jacqueline Hadamard, Albin Michel, coll. « sciences d'aujourd'hui », Paris.

KUHN Thomas, 2008. *La structure des révolutions scientifiques*, Traduction de Laure Meyer, Quatrième édition, Flammarion, Paris.

KUHN Thomas, 2008. *Postface*, Traduction de Laure Meyer, Quatrième édition, Flammarion, Paris.

KOYRÉ Alexandre, 1962. *Du monde clos à l'univers infini*, Presses Universitaires de France, Paris.

www. Tom Kuhn. Com/ ; consulté en mars 2025.

www. The guardian. Com » science » history of science; consulté en mars 2025.

www. Mrh200m. com /article- 2htm ; consulté en mars 2025.

www. Dogma. Lu/ pdf / AB. Paradigme Histoire. Pdf ; consulté en mars 2025.

www. academia. edu / 4414972/ Thomas_ Kuhn_ et _ l'oubli_ et _ la_ pratique ; consulté en mars 2025.

www.philosciences.org/notices/documents ; consulté en mars 2025.

www.er.uqam. Ca/not bel/ philuqam/ dept/.. ; consulté en mars 2025.

www.archipel. Uqum.ca/693/1/01591.pdf ; consulté en mars 2025.

www. Academia.edu/4414972/Thomas Kuhn ; consulté en mars 2025.

www.initiationphilo.fr/articles.php ; consulté en mars 2025.

www.fraceculture.fr/oeuvre-autour ; consulté en mars 2025.

www.actu-philosophia.com> accueil> la philosophie dans tous ses états; consulté en mars 2025.