

Chapitre I

INVENTIONS, TECHNIQUES ET METHODES

Mais tout cela était alors nouveau, et pour le découvrir il avait fallu une véritable révolution. Le mérite irremplaçable du 17^{ème} siècle n'est donc pas d'avoir vu plus de choses que ses prédécesseurs, mais d'avoir regardé le monde avec des yeux neufs, à l'aide de principes qui demeureront acquis.

Robert Lenoble, *Histoire générale des sciences*, t. II, p.196.

La mutation de l'image du monde implique une vision déchirante des valeurs établies, une dénonciation des attitudes passées en habitudes, et comme sanctifiées par la tradition.

Georges Gusdorf, *La révolution galiléenne*, t. I, p.65.

Dans une des *Questions inouïes* de 1634, Marin Mersenne demande : "A-t-on maintenant plus de connaissance de quelque art ou de quelque science que les Anciens?". Concernant les sciences, il répond :

Quant aux sciences, l'on croit encore maintenant être bien savant quand on entend assez parfaitement tout ce qui nous est demeuré de l'Antiquité [...]. Et même nul n'entend parfaitement tous ces Auteurs, comme l'on expérimente par les grandes difficultés et controverses que l'on forme sur leurs textes, et qui arrêtent les meilleurs esprits en toutes sortes de sciences : de sorte que nous pouvons conclure que les Anciens ont été plus savants que nous en toutes sortes de sciences, si l'on en excepte quelques nouvelles observations que l'on a faites au ciel, et quelques artifices, comme ceux des horloges à roues, de l'imprimerie, du canon, des lunettes à longue et courte vue et de quelques autres nouvelles inventions [...]. Néanmoins il ne faut pas croire que les Grecs aient tellement tiré l'échelle après eux, qu'il ne reste plus rien à prouver dans les arts, et dans les sciences, auxquelles sans doute l'on pourrait ajouter beaucoup de choses, si l'on y procédait d'un bon ordre, et que chacun n'écrivît et ne donnât au public que ce qu'il aurait inventé de nouveau ; et je ne doute pas que notre siècle ne porte de grands esprits, qui sont capables

d'augmenter les sciences, et peut-être de les réformer en beaucoup de choses, si l'un travaillait à une partie de la Physique, de la Médecine, etc. et les autres à d'autres parties, et si l'on conférait ensemble des difficultés qui se présentent, tant en la spéculation des principes, qu'en la déduction des conclusions, et dans la pratique des expériences¹.

Ces propos sont exemplaires de l'état d'esprit qui anime les scientifiques du début du 17^{ème} siècle. D'abord, par la nature de la question, qui exprime un progrès possible par rapport aux Anciens, et par la teneur de la réponse, qui prononce la volonté de progrès. Nous trouvons aussi ici d'autres aspects de l'attitude du 17^{ème} siècle vis-à-vis des Anciens : l'opposition entre les controverses suscitées par la lecture des Anciens et les inventions techniques, la volonté "d'inventer du nouveau" et "d'augmenter les sciences", la possibilité de réformer les sciences en profondeur en déterminant les méthodes mêmes des sciences.

Les propos de Mersenne font écho à bien d'autres, ceux de Francis Bacon, de René Descartes ou de Galilée, qui tous à la même époque sont les chantres de l'invention et du progrès, et sont comme les hérauts d'une révolution annoncée². Il est impossible d'évoquer la révolution scientifique du 17^{ème} siècle sans se référer à l'esprit de révolution qui agite les scientifiques du début du siècle. Ce chapitre s'intéresse à la révolution *du* 17^{ème} siècle, c'est-à-dire que nous essayons de comprendre la signification que les scientifiques de ce siècle attribuent eux-mêmes à la révolution qu'ils veulent accomplir : nous nous intéresserons à *leur* révolution. Nous examinons certains textes des deux décades 1620 et 1630, ceux de Bacon, surtout le *Novum Organum* de 1620, de Descartes, spécialement les *Règles pour la direction de l'esprit*, écrites vers 1628, et de Galilée, en particulier le *Dialogue sur les deux grands systèmes* de 1632.

Les textes expriment *à la fois* une soif d'inventions, une volonté de progrès, la nécessité d'une méthode, et des critiques vis-à-vis des Anciens. Pour établir des relations entre ces différents aspects de la révolution *du* 17^{ème} siècle, pour saisir la signification que les auteurs accordent à *leur* révolution et pour comprendre *leur* attitude vis-à-vis des Anciens, nous nous proposons de lire les textes comme des œuvres, en prenant au sérieux les propos d'auteurs s'adressant à des destinataires contemporains. Cette posture méthodologique nous interdit tout jugement de valeur ou toute critique sur la "réalité" ou sur la "portée" réelle des nouveautés promises par l'un ou par l'autre³. Elle nous interdit aussi de traiter en termes de "manques" ou de "mystifications" les résultats fournis ou les propos

¹ Mersenne, *Questions inouïes*, p.88.

² Lenoble écrit qu'au 17^{ème} siècle "l'idée a précédé l'outil" in Lenoble, *Histoire de la science*, p.485.

³ Mumford remarque "qu'il y a toujours une disparité entre les déclarations idéales et les réalisations véritables, à tout le moins, un hiatus dans le temps", in Mumford, *Le mythe de la machine*, p.17.

tenus⁴. Par exemple, la question de savoir si, malgré leur propos, Galilée ou Descartes sont, ou non, et plus ou moins, aristotéliens n'est pas pertinente ici⁵. L'historien des sciences du 20^{ème} siècle peut à juste titre rechercher et trouver dans les travaux de l'un ou l'autre des scientifiques du 17^{ème} siècle des héritages de Platon, d'Aristote ou d'Archimède. Mais cette posture tend à passer outre les intentions des auteurs et à faire oublier l'effort constant du 17^{ème} siècle pour abandonner l'argument d'autorité. Or, si cet effort ne saurait résumer "l'esprit nouveau", il en participe⁶. Nous prenons en compte la tension qui s'exerce dans chacun des propos, car leurs auteurs travaillent à la fois avec et contre les Anciens⁷ : ce sont des héritiers.

Pour un historien du 20^{ème} siècle, il y a tout lieu d'opposer l'empiriste Bacon au dogmatique Descartes ou au pragmatique Mersenne. Mais ceci ne doit pas faire omettre la convergence des intentions⁸. En effet, ces contemporains se sentent unis à leur époque par les mêmes ambitions⁹, celles d'inventer et comprendre les phénomènes. Ces ambitions nécessitent à leurs yeux d'abandonner la science héritée des Anciens et demandent de recourir à une méthode. Nous pouvons en juger par la manière dont le 17^{ème} siècle reçoit le *Novum Organum* de Bacon : Mersenne approuve la critique de la "vieille logique" et l'effort pour "trouver des moyens propres pour venir à la connaissance de la nature et de ses effets" ¹⁰, Descartes apprécie l'idée "d'expérience lettrée" proposée par l'ouvrage¹¹.

Les scientifiques du 17^{ème} siècle s'accordent entre eux sur ce qu'il y a à faire, ils s'attaquent au mêmes problèmes¹², et ils recherchent des instruments de

⁴ Comme l'écrit Gusdorf, "peu importe que Bacon ait eu question à tout sans jamais trouver de réponse à quoi que ce soit", car ce qui importe ici est l'attitude et les exigences de savoir exprimées, in Gusdorf, op.cit., p.140.

⁵ Dans ses *Etudes galiléennes*, Koyré voit dans Galilée un adepte de Platon. Suite à ces propos, Clavelin s'est efforcé de montrer que Galilée est aristotélien sans être un "aristotélien absolu", in Clavelin, *L'antiaristotélisme de Galilée : réalité ou légende*, in *Platon et Aristote à la Renaissance*, p.272.

⁶ Lenoble écrit que "On reste loin du compte lorsque, pour expliquer l'esprit nouveau, on invoque l'abandon de la méthode d'autorité" in Lenoble, *La révolution scientifique au 17^{ème} siècle, Histoire générale des sciences*, tome II, p.206.

⁷ Olschki voit ainsi dans l'œuvre de Galilée "la collision de deux forces" : d'un côté, un chercheur qui veut aborder les problèmes sans être gêné par les notions traditionnelles, et d'un autre côté, "un savant accablé du poids séculaire des traditions", in Olschki, *Geschichte der Neusprachlichen Wissenschaftlichen Literatr*, vol. III, p.134, cité par Kouznetsov, *Galilée*, p.36.

⁸ Gusdorf note que "la diversité méthodologique des espaces mentaux n'exclut pas leur fondamentale unité d'intention", in Gusdorf, op.cit., p.138.

⁹ Hall écrit que "le dix-septième siècle est Cartésien, aussi bien que Baconien et Galiléen", in Hall, *From Galileo to Newton*, p.105.

¹⁰ Mersenne, *La vérité des sciences*, p.216, voir Lenoble, *Mersenne ou la naissance du mécanisme*, p.330.

¹¹ lettre à Mersenne du 23 décembre 1630, Descartes, *Correspondance*, tome II, pp.597-598, voir Jardine, *Experientia literata ou Novum Organum*, in Malherbe & Pousseur, *Francis Bacon, science et méthode*, p.142.

¹² Hall, *From Galileo to Newton*, p.107.

connaissance qui ont les mêmes attributs. Ils partagent aussi le même enthousiasme, l'enthousiasme de l'homme de cette Europe du 17^{ème} siècle "gonflée par ses succès"¹³. Descartes écrit que "C'est véritablement donner des batailles, que de tâcher de vaincre toutes les difficultés et les erreurs qui nous empêchent de parvenir à la connaissance de la vérité"¹⁴. Mais les batailles qu'il faut mener contre les Anciens ou contre les choses seront victorieuses¹⁵.

Dans la citation qui ouvre ce chapitre, Mersenne fait allusion à des techniques postérieures aux Anciens, ainsi qu'aux arts qui sont à espérer dans l'avenir. Nous trouvons dans de nombreux textes du début du siècle, en particulier ceux de Bacon, des références aux arts et aux techniques, lorsqu'il s'agit de prôner l'idée d'invention et l'idée de progrès, de critiquer les Anciens ou de mettre en avant l'idée de méthode comme art d'inventer. Puisqu'il y a concomitance, dans les propos du 17^{ème} siècle, entre une idée de progrès et d'invention, un intérêt pour les techniques et une définition de la méthode comme art d'inventer, la tentation est grande de prendre un de ces éléments comme cause des autres, et de trouver en lui l'explication de la "révolution"¹⁶. Nous proposons, au contraire, de relier ces éléments dans une "structure globale"¹⁷ et de rechercher des processus à partir d'une lecture de la révolution du 17^{ème} siècle.

Dans ce chapitre, nous examinons, dans une première partie, les relations entre l'idée d'invention et la pensée des techniques. L'association entre les idées d'invention et de technique n'est pas nouvelle, nous pouvons la trouver auparavant dans des ouvrages d'ingénieurs¹⁸. Mais il s'agit ici de l'étudier dans des textes qui ne portent pas sur les techniques en tant que telles, dans des textes dont la portée scientifique et philosophique est constitutive d'une pensée de la technique, où celle-ci est valorisée comme image ou comme modèle pour les sciences. Dans la seconde partie, nous examinons les relations entre l'idée d'invention et la production de méthodes. Le terme de production signifie à la fois que les scientifiques considèrent que la méthode est à construire et que la méthode est construite pour générer des savoirs.

¹³ Braudel, *Le temps du monde*, in *Civilisation matérielle, Economie et Capitalisme, XV^{ème}-XVIII^{ème} siècle*, p.145. Braudel évoque cette Europe du 17^{ème} siècle à propos de l'extraordinaire expansion "d'un pays pas comme les autres" qui montre la voie aux autres, les Pays-Bas chers à Descartes.

¹⁴ Descartes, *Discours de la méthode*, p.59.

¹⁵ Lenoble, *Histoire de l'idée de nature*, p.316.

¹⁶ Gille écrit, à propos de la révolution technique du 16^{ème} siècle, que "ce sont moins les relations de cause à effet qu'il importe de déterminer que les concomitances", in Gille, *Les ingénieurs de la Renaissance*, p.31.

¹⁷ Canguilhem, examinant les relations entre l'esclavagisme et l'indigence des techniques, demande s'il faut les penser en termes de rapports de causalité ou bien dans une structure globale, in Canguilhem, *La connaissance de la vie*, pp.107-108.

¹⁸ voir Verin, *La gloire des ingénieur*, pp.63-74.

1. LA VOLONTE D'INVENTER ET DE PROGRESSER

La première partie du 17^{ème} siècle s'empare des idées d'invention et de progrès, avec un sentiment d'enthousiasme qui enflamme et une sensation de vertige qui tenaille les esprits les plus posés. Dans le *Dialogue sur les deux grands systèmes* de Galilée, le personnage de Sagredo s'exclame aux propos de Salviati, alias Galilée, en disant :

Bien souvent, j'ai songé à ce que vous venez de dire, considérant à part moi combien grande est la pénétration du génie humain. Quand je vais ainsi parcourant en pensée toutes les merveilleuses inventions des hommes, dans les arts comme dans les lettres, et quand ensuite je fais retour sur mon propre savoir, quand je le vois si loin de pouvoir se promettre non seulement de trouver quelque chose de nouveau, mais même d'embrasser ce qui a déjà été trouvé, la stupeur me confond, un désespoir m'afflige et je ne suis plus guère à mes yeux qu'un misérable. ¹⁹.

Cette ambition de faire du nouveau est partagée par Bacon, par Mersenne ou par Descartes²⁰, et c'est l'évocation des inventions techniques qui se manifeste chez tous en une "aspiration à faire les choses autrement et mieux"²¹.

L'importance à accorder aux techniques dans la "révolution scientifique" du 17^{ème} siècle a été beaucoup discutée par les historiens des sciences et continue d'être débattue²². Nous retrouvons encore ici le problème de la causalité en histoire des sciences. Faut-il considérer, avec certains historiens, "la technologie comme source de la science naturelle"²³ ou, au contraire, faut-il admettre que l'aspect théorique domine et détermine la "révolution"²⁴? Si "croire que le moteur du développement scientifique fut la volonté de mettre la science et ses ressources au service des besoins techniques relève du contresens"²⁵, il est bien également difficile de nier un certain rôle à attribuer aux techniques.

Mais quel rôle ? Et comment en juger ? Plutôt que de nous rapporter à l'histoire sur le temps long, nous préférons nous référer aux acteurs de l'histoire, en essayant de retrouver leurs propres mises en relations entre sciences et techniques. Or, à la lecture des propos de Bacon, de Descartes et de Galilée, nous trouvons un point commun : les techniques donnent l'image de la nouveauté, de l'invention, et du progrès. Ce rôle est primordial chez Bacon, car les nouveautés

¹⁹ Galilée, *Dialogue sur les deux grands systèmes*, p.219.

²⁰ sur "l'ambition incroyable" de Descartes, voir Gouhier, *Essais sur Descartes*, pp.42-54.

²¹ Séris, op.cit., pp.20-21.

²² voir Koyré, *Etudes galiléennes*, p.13. Sur les rapports entre sciences, techniques et sociétés dans la seconde partie du 17^{ème} siècle, on peut se reporter à Shapin et Schaffer, *Leviathan et la pompe à air*.

²³ Dijkstruiss, *The mechanization of the world picture*, p.241 et suivantes.

²⁴ voir les divers écrits de Koyré, en particulier ses *Etudes galiléennes*.

²⁵ Séris, *La technique*, p.211.

techniques sont porteuses de la volonté de rupture et des raisons d'espérer une nouvelle science, mais les techniques ne constituent pas un modèle²⁶. Mais Bacon se distingue ici de Descartes et de Galilée. En effet, pour Descartes, les procédés techniques sont des exemples et les recherches de techniques sont des exercices pour la pensée, et, au-delà, Galilée recherche et fonde une alliance entre sciences et techniques.

Le terme "technique" n'est pas utilisé par les scientifiques du 17^{ème} siècle, ils usent des termes de métiers, inventions, arts mécaniques ou machines. Ils se réfèrent alors à des techniques qui sont loin d'être toutes nouvelles, puisque la plupart sont antérieures de plus de deux siècles, mais qui sont valorisées par une société qui fait grand cas des avantages qu'elles permettent. Ils se réfèrent aussi à des écrits de l'Antiquité, dans lesquels se manifeste une tension entre sciences et techniques. Bien plus que tous leurs prédécesseurs, les scientifiques du 17^{ème} siècle vivent le décalage entre une valorisation sociale des techniques d'une époque, qui est la leur, et une dévalorisation scientifique des techniques d'une autre époque, celle des Anciens. Leurs prédécesseurs ont pu mêler sciences et techniques, mais les scientifiques du début du 17^{ème} siècle mettent en avant les inventions techniques comme un bienfait qui doit rejaillir autant sur les sciences que sur leur société.

L'HERITAGE DU 17^{EME} SIECLE : L'IMPACT DES TECHNIQUES

Entre le 5^{ème} siècle avant J.-C. et le 5^{ème} siècle après J.-C., l'Antiquité a connu bon nombre de techniques comme les moulins à eau, le pressoir à vis, la poulie double, les engrenages et les roues dentées, l'horloge hydraulique, la pompe aspirante ou les armes de guerre²⁷. Au 1^{er} siècle, Alexandrie a connu également une époque riche en inventions techniques, en particulier celles d'Héron. Mais ces inventions ont eu peu d'impact dans la société. Par exemple, Héron a eu l'idée d'utiliser la vapeur pour animer un jouet, mais cette invention de la vapeur n'a connu à l'époque aucun développement. Au 4^{ème} siècle, Pappus mentionne Héron comme un simple "illusionniste" pour ses inventions des pneumatiques, qui servaient uniquement à animer des figurines de théâtre et des automates.

Les historiens se demandent pourquoi les inventions d'Alexandrie ont eu si peu d'impact. Ils invoquent ainsi, outre la séparation des sciences et des techniques, la présence d'esclaves qui effectuent le travail, le manque de conditions d'exploitation pour obtenir une pression suffisante de l'eau, l'absence de capitaux industriels et tout simplement d'industrie, la non-transmission des savoirs techniques²⁸. Mais aucune de ces "causes" ne peut tout "expliquer", et

²⁶ voir Deleule, L'éthique baconienne et l'esprit de la science moderne, in Malherbe et Pousseur, *Francis Bacon, Science et méthode*, p.71 et suivantes.

²⁷ voir Lloyd, *Une histoire de la science grecque*, pp.282-306.

²⁸ voir l'énoncé des hypothèses et leur réfutations in Lloyd, op.cit., pp.298-306.

nous ne devons que conclure "qu'une nouvelle invention technique ne fait qu'ouvrir une porte, elle ne contraint personne à y entrer"²⁹. La valeur d'une technique dépend de son époque : "il faut avoir l'autorisation de la société"³⁰. Ainsi le moulin à eau, connu dès l'Antiquité, ne connaîtra une véritable exploitation qu'au Moyen-Age. En fait, pour qu'une invention devienne une innovation, il faut qu'elle "prenne place dans un système d'objets et de pratiques hors desquels elle n'aurait pas de signification"³¹.

Dans cette Alexandrie féconde en inventions, des scientifiques, comme Archimède puis Héron, se sont intéressés à la mécanique et aux machines. Mais les propos des Anciens indiquent la manifestation d'une tension entre sciences et techniques. Ainsi, dans *La vie de Marcellus* écrite vers le 1er siècle, Plutarque écrit qu'Archimède aurait dédaigné ses "inventions comme des ouvrages peu sérieux"³², et que Platon a reproché à Eudoxe et à Archytas "de perdre et de ruiner l'excellence de la géométrie, qui désertait avec eux les notions abstraites et intelligibles pour passer aux choses sensibles, et revenait à l'utilisation d'éléments matériels, qui demandent un long et grossier travail manuel". Ces reproches se seraient conclus par la séparation de la géométrie et de la mécanique : "La mécanique déchu fut ainsi séparée de la géométrie et, longtemps méprisée par la géométrie, elle devint une branche de l'art militaire"³³.

Même si nous pouvons douter des propos de Plutarque³⁴, ils sont bien la marque d'une certaine tension : d'une part, des scientifiques, comme Archimède et Héron, s'adonnent aux techniques, mais d'autre part, des philosophes, comme Platon et Aristote, séparent les sciences et les techniques. En fait, la codification des disciplines d'Aristote sépare nettement le savoir philosophique (episteme) de l'habileté artisanale (techne)³⁵. Aristote mentionne bien les techniques dans ses écrits, mais il considère qu'elles ne produisent que de pâles imitations de la nature. Pour Aristote, les choses naturelles et les choses artificielles sont différentes, tout comme les sciences et les techniques sont d'ordres différents. La tension se retrouve dans les propos postérieurs de Pappus et de Proclus, sous forme toujours d'une séparation.

Au 4ème siècle, Pappus d'Alexandrie consacre le livre VIII de sa *Collection Mathématique* aux "problèmes mécaniques variés et délectables". Il note que les mécaniciens distinguent deux parties dans la mécanique, une partie rationnelle et

²⁹ White, *Medieval Technology and Social Change*, p.28, cité par Braudel, *Le temps du monde*, p.477.

³⁰ Braudel, *Les structures du quotidien*, p.379.

³¹ Sérís, *Le technique*, p.41.

³² Plutarque, *Vies des hommes illustres*, chapitre 14.

³³ idem, chapitre 17.

³⁴ Sérís explique que les milieux cultivés que fréquentaient Plutarque dédaignaient la vie d'ingénieur et qu'il n'avait lui-même aucune compétence en mécanique, in Sérís, *Le technique*, pp.285-286.

³⁵ Moscovici, *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, p.260.

une partie appliquée. "Les mécaniciens partisans d'Héron disent qu'une partie de la mécanique est rationnelle, l'autre partie est appliquée, et que la partie rationnelle se compose de la géométrie, de l'arithmétique, de l'astronomie et des études physiques ; tandis que la partie appliquée comprend l'art de travailler l'airain, l'art de bâtir, l'art de construire en bois, l'art de la peinture et l'exercice manuel de ces arts"³⁶. Cependant, la géométrie ne déchoit pas à s'occuper des arts. Pappus écrit que "Carpos (d'Antioche, vers le 1er siècle) et d'autres encore ont tiré partie de la géométrie d'une manière rationnelle aux profits de certains arts ; car la géométrie ne déchoit nullement lorsque s'appliquant à nombre d'arts, elle tend à les corroborer ; mais elle semble au contraire, promouvoir ces arts et être ainsi honorée et embellie comme il sied"³⁷. Au siècle suivant, le platonicien Proclus de Lycie expose les divisions des mathématiques, données par les mathématiciens selon qu'elles s'occupent de choses sensibles ou matérielles :

Ils considèrent, d'une part, celle qui n'opère qu'en rapport avec les choses intelligibles, d'autre part, celle qui, opérant en rapport avec les choses sensibles, est attachée à celles-ci, en appelant sans doute les choses intelligibles les seuls objets de contemplation que l'âme excite en elle-même en se séparant des choses matérielles. Ils déclarent que L'arithmétique et la géométrie sont les deux premières et les deux plus importantes parties de la mathématique qui traitent des choses intelligibles, et que les six parties de la mathématique ayant leurs fonctions dans les choses sensibles sont la mécanique, l'astrologie, l'optique, la géodésie, la canonique (art musical), et la logistique³⁸.

Les connaissances techniques des Anciens sont connues de leurs successeurs par les traités tels que la *Collection mécanique* de Philon de Byzance (2ème siècle av.J.-C.), *Sur les pneumatiques*, *Sur la construction des pièces d'artillerie* et *Sur la construction des automates* de Héron d'Alexandrie (1er siècle). Les compilations successives, écrites par les Grecs de Byzance, perpétuent l'héritage technique, de génération en génération, à laquelle s'ajoutent quelques nouveautés.

Le Moyen Age arabe poursuit dans cette voie et invente de nouveaux instruments, en particulier dans le domaine des automates et des clepsydes³⁹. Durant cette nouvelle période inventive, un scientifique arabe, comme Al Farabi, incorpore la "science des machines" dans le savoir doctrinal, représenté par l'arithmétique ou la géométrie⁴⁰. Dans sa *Statistique des Sciences*, il explique que "la science des machines nous enseigne le moyen d'imaginer et d'inventer la manière d'ajuster les corps naturels par un artifice ad hoc, conforme à un calcul

³⁶ Pappus, *La Collection mathématique*, p.810.

³⁷ idem, p.814.

³⁸ Proclus, *Les commentaires sur le premier livre des Eléments d'Euclide*, p.32.

³⁹ voir Gille, *Les ingénieurs de la Renaissance*, pp.15-19.

⁴⁰ Gille, op.cit., p.27.