

n° 2-34  
1987b

H A U D R I C O U R T   E T   L A   T E C H N O L O G I E

C'est en 1936 que paraissait dans les Annales de Marc Bloch et Lucien Febvre le premier article technologique d'Haudricourt. Cinquante ans plus tard, il n'est que temps qu'un public élargi puisse à son tour découvrir Haudricourt, et cette discipline qu'il a plus que quiconque contribué à promouvoir: la technologie science humaine. Jamais autant qu'aujourd'hui on n'a parlé de technologie, à vrai dire. Mais jamais avec autant de confusion. La technologie, ce n'est pas n'importe quoi, nous l'allons voir tout à l'heure. Et si on assiste depuis quelques années à un renouveau vigoureux et fructueux des recherches dans ce domaine, il faut bien reconnaître que la situation est encore précaire, et que ce qui est fait représente bien peu devant ce qui est à faire. Dans une telle situation, le retour aux sources n'est pas une superfluité: c'est au contraire une nécessité pour qui veut éviter de s'égarer. L'histoire et l'ethnologie des techniques comptent cinq grandes oeuvres fondatrices en France: celles de Maurice Daumas, de Bertrand Gille, de Charles Parain, d'André Leroi-Gourhan et d'André G. Haudricourt. Avec ce recueil, c'est la dernière de ces grandes oeuvres qui se trouve enfin rassemblée et mise à la disposition de tous.

Mais qu'est-ce donc que la technologie?

C'est la façon de plus en plus confuse dont ce terme est employé qui oblige à poser la question. De plus en plus, en effet, technologie est devenu une espèce de superlatif savant, ou pédant, de technique. "Cet abus prétentieux et révélateur est aujourd'hui systématique", lisons-nous dans la chronique "Langage" du journal Le Monde du 23 mars 1980, "au point que l'on est tout étonné de rencontrer encore technique dans la presse, écrite ou parlée." Et, ajoute J. Cellard, "quatre-vingt-quinze fois sur cent l'emploi de technologie, -gigue n'est qu'un faux sens emphatique et lourd". Même son de cloche dans l'article "Technologie" de l'Encyclopedia

Universalis sous la plume de J. Guillerme, et chez bien d'autres auteurs.

L'origine de cet abus est connue: c'est l'habitude prise, après la dernière guerre, de transposer en français le terme anglo-américain technology, dans l'ignorance du sens qu'il avait déjà dans notre langue. Observons toutefois qu'il y a d'autres raisons à la confusion technique-technologie. Si les deux termes peuvent être pris l'un pour l'autre, en effet, c'est qu'aucun des deux n'a de sens bien précis pour nos contemporains. Car contrairement à une opinion trop courante, notre vie quotidienne à tous est de moins en moins marquée, de moins en moins façonnée, structurée par la technique. La technique suppose le contact direct de l'homme avec la nature, avec la matière. Or les machines nous dispensent ou nous privent de plus en plus de ce contact, sans que l'enseignement général (dont les techniques sont exclues) apporte aucune compensation. Ce qui fait illusion, c'est que le capital de savoir technique accumulé dans notre société est aujourd'hui infiniment plus grand qu'il ne le fut jamais. Mais la part de chacun de nous dans ce capital n'a jamais été aussi négligeable. Dans les sociétés dites primitives, chaque homme en sait autant que toute sa société, ou peu s'en faut. Dans la nôtre, chacun n'a accès qu'à une part infinitésimale du savoir général. Il y a du reste un mythe qui marque excellemment la fin des sociétés techniciennes, des sociétés où, à l'exception d'une infime minorité de nobles et de clercs, la technique était le lot de tous. C'est le mythe de Robinson Crusoë, le naufragé capable de reconstruire sa société à lui tout seul. On sait l'extraordinaire fortune littéraire qu'a connue ce mythe, qui est un des produits les plus caractéristiques de la révolution industrielle. Mais ce qui est particulièrement significatif pour nous ici, c'est que le mythe est truqué. Comme l'avait bien vu Jules Verne dans L'école des Robinsons, Defoe a "triché" en faisant trouver par Robinson dans l'épave de son navire tous les outils qu'il n'aurait pas su fabriquer lui-même. Et c'est ce trucage qui révèle, en voulant le nier, ce qui va être le résultat de la révolution naissante: l'insignifiance croissante de la part de savoir efficace réservée à chacun. Aujourd'hui que cette insignifiance est un fait largement accompli, la science-fiction invente à tour de bras de nouveaux mythes, allant de la greffe des cerveaux à la révolte des ordinateurs, qui traduisent tous ce sentiment de dépossession de l'individu au profit d'un système ou de ce qui est considéré comme tel. Il sera sans nul doute passionnant d'analyser ces mythes dans un siècle ou deux, à la lumière de ce qui se sera passé dans

l'intervalle. Les jeux, d'ailleurs, ne sont pas faits, et les indices d'un possible renversement de la tendance de ces trois derniers siècles ne sont pas absents. Mais laissons ces spéculations à nos arrière-neveux, et revenons à notre propos. Qu'est-ce donc que la technologie, et pourquoi est-il si essentiel de la distinguer de la technique?

Nous pourrions proposer, en guise de réponse, une définition. Une de plus, car des définitions de la technologie, Jacques Guillerme en a collectionné plus de six cents depuis le XVII<sup>e</sup> siècle ! Lui-même est le premier, du reste, à douter de l'intérêt de cet exercice. Je crois qu'il n'a pas tout à fait raison, car cet acharnement dans l'échec montre au moins qu'il y a un problème. Ce qui est vrai, c'est que toutes ces définitions, simplement alignées les unes à côté des autres, ne font apparaître aucun accord satisfaisant sur le contenu précis du terme technologie. Ou plutôt, elles ne font apparaître qu'un accord superficiel, verbal, sans réelle valeur opératoire. Pratiquement, tout le monde admet, ou affirme, le caractère scientifique de la technologie. Mais c'est à partir de là que rien ne va plus. La technologie est-elle simplement cette région d'interpénétration des sciences et des techniques que Maurice Daumas croit inutile de chercher à préciser ? Ou s'agit-il au contraire d'une branche de cette science générale, de cette théorie de l'action intentionnelle, que plusieurs philosophes se sont efforcés de concevoir, avec un succès inégal ?

Nous allons voir qu'en réalité, comme Haudricourt a été un des premiers en France à le voir et à le dire clairement, affirmer que la technologie est une science n'a de sens que si on ajoute aussitôt qu'elle est une science humaine. C'est seulement en tant que science humaine que la technologie pourra trouver un jour le statut épistémologique qui pour l'instant lui fait défaut. Malheureusement, cette solution est loin d'être admise par tout le monde. Elle fait même parfois l'objet de réactions de rejet assez violentes, ce qui confirme qu'il y a bien un problème. Il n'est pas inutile, peut-être, d'examiner ce "problème de la technologie", dont les termes peuvent se résumer de la façon suivante:

1. Nous avons besoin de connaître les techniques, pour un ensemble de raisons que nous pouvons qualifier de culturelles, et indépendamment de toutes considérations d'ordre utilitaire.

2. Cette connaissance ne peut pas être accumulation de recettes. Elle doit être organisée suivant une logique, une cohérence, qui sont le propre de toute connaissance scientifique.

3. Or les disciplines techniques traditionnelles, quelle que soit l'appellation qu'on leur donne (technologies, sciences appliquées, sciences de l'ingénieur...), ne satisfont qu'incomplètement cette exigence.

4. Il est donc nécessaire d'élaborer une technologie qui soit une véritable science des techniques. Une science, c'est-à-dire une discipline désintéressée, n'ayant pas d'autre but que la connaissance cohérente de son objet. Et une science humaine, puisque les techniques sont évidemment des activités humaines.

Voyons tout cela d'un peu plus près.

+  
+ +

Et d'abord, est-il vrai que nous ayons besoin de connaître les techniques pour autre chose que pour nous en servir ? Cela n'est certes pas évident. Pourquoi donc aurais-je besoin de savoir comment on fait le pain si je ne suis pas boulanger ? Qu'ai-je à faire de la conduite des locomotives, du fonctionnement des centraux téléphoniques ou de la culture des asperges, si tel n'est pas mon métier ?

Rien, apparemment. Telle est du moins la réponse que nous renvoie la société. Car hormis quelques érudits, collectionneurs et autres excentriques, qui est prêt à s'encombrer l'esprit de ce genre de choses ? Mais cette réponse même, remarquons-le, a une signification précise. Elle marque que les techniques ne font pas partie de ce que nous appelons notre "culture". Et cela a été vu depuis longtemps. "La culture s'est constituée en système de défense contre les techniques", écrivait en 1958 G. Simondon, qui ne faisait du reste que reprendre le diagnostic célèbre porté deux siècles auparavant par D'Alembert et Diderot dans le Discours préliminaire de l'Encyclopédie.

Et en effet, tout se passe comme s'il devait y avoir une opposition irréductible entre ce qui relève de la nécessité - le travail et les techniques - et ce qui relève du goût, du choix, du jeu libre et subtil de l'esprit - la "culture". Il existe une culture littéraire, artistique, musicale, historique, scientifique, et même de plus en plus une culture sportive. L'idée même de culture technique apparaît toujours comme une contradiction dans les termes. La connaissance des techniques n'a pas de valeur en soi, seulement un intérêt mesuré aux résultats qu'on peut en

attendre. C'est cet intérêt pour des résultats, réels ou supposés, qui fait si souvent chanter nos dirigeants sur l'air des "technologies de pointe". Il n'y a pas l'ombre d'une véritable conscience de la valeur des techniques dans tous ces discours.

Notons pourtant que c'est bien cette même "culture", constituée contre les techniques, qui nous fournit l'argument condamnant sans appel cette exclusion. "Rien de ce qui est humain ne m'est étranger", proclame l'humaniste, et "rien de ce qui est dans la nature n'est indigne d'intérêt", renchérit le savant. Or qui peut nier que les techniques soient à la fois de la nature et de l'homme ? C'est même à leurs techniques, pour le peu que nous en connaissions, que nous décidons si nos plus lointains ancêtres doivent ou non porter le nom d'hommes. Alors ?

Alors, il faut tout simplement reconnaître que les meilleurs arguments ne pèsent pas bien lourd quand il n'y a pas des forces sociales pour les appuyer. Qui en effet a intérêt à ce que les techniques soient vraiment admises dans la "culture" ? Il est plus facile de dire qui a intérêt à ce qu'il n'en aille pas ainsi. Car la "culture" dont nous parlons ici, ce n'est pas celle des ethnologues, qui inclut par définition tout l'acquis de chaque groupe social. La culture dont nous parlons, c'est cet ensemble de valeurs et de comportements qui permet à l'élite de se distinguer du vulgaire. Cette culture-là est distinction (P. Bourdieu), jusque dans les gestes les plus quotidiens (N. Elias), jusque dans les intonations les plus subtiles du langage (A.S.C. Ross). Comment voudrait-on que les techniques, qui relèvent du vulgaire par excellence, y fussent admises ?

C'est la vieille question du "mépris" pour les techniques qu'on retrouve ici. Mépris n'est pas le mot juste, à vrai dire. Car c'est de toute une conception du monde qu'il s'agit, conception dans laquelle les hommes (et les choses) sont caractérisés par leur rang. Et ce n'est pas nécessairement mépriser une chose que de lui assigner un rang inférieur. Observons simplement que cette infériorisation des techniques est propre à toutes les sociétés hiérarchisées que nous connaissons. On la constate aussi bien en Chine qu'en Inde ou en Occident, et tout indique qu'il s'agit d'une espèce de constante assez indifférente aux diverses formes d'organisation sociale, à partir du moment où celle-ci est hiérarchique. L'érudition classique admettait à peu près que le "mépris" pour les techniques était parti d'un maximum en Grèce ancienne, pour diminuer progressivement jusqu'à notre époque. On ne voit plus très bien, aujourd'hui, sur quoi s'appuyait ce

schéma. La Grèce ancienne a moins méprisé les techniques qu'on ne l'a trop complaisamment répété (voir sur ce point la critique de B. Gille dans Les mécaniciens grecs), et si elle offre quelque spécificité à cet égard, ce serait plutôt que les techniques y ont été moins méprisées qu'ailleurs. Quant à notre société actuelle, la situation réelle de l'enseignement technique, unanimement présentée comme désastreuse par tous les rapports officiels, est un indice que ne saurait voiler la fumée de tous les discours. D'une société qui exclut les techniques de l'enseignement prétendu général pour les enfermer dans des "filières courtes" réservées aux plus défavorisés, on ne peut certes pas dire que les techniques n'y sont plus méprisées !

Ainsi donc, c'est parce qu'elle est distinction que la culture ignore les techniques, contredisant par là-même ses fins les plus expressément avouées. Et c'est parce qu'aucune force sociale n'a intérêt à y mettre fin que cette contradiction se perpétue à travers les époques et les sociétés.

Faut-il pour autant renoncer à tout espoir de changement ? Peut-être pas. Mais avant d'en venir aux raisons d'espérer, nous n'en avons pas fini avec les motifs de pessimisme. Car toute contradiction peut en cacher une autre, et celle qu'il nous reste à mettre au jour est plus redoutable encore peut-être. Les techniques, avons-nous dit, sont à la fois de l'homme et de la nature, double raison pour nous y intéresser. Tout se passe au contraire comme si, dans la réalité des esprits savants, les techniques n'étaient ni de l'homme ni de la nature, comme si elles n'étaient, littéralement, de nulle part. Et on peut se demander s'il n'y a pas là la cause la plus puissante et la plus permanente de leur exclusion de la cité savante.

A défaut du gros livre qui serait nécessaire pour traiter cette question, essayons du moins de dessiner les grandes lignes de notre argument. L'idée que les hommes se font de leurs techniques n'est pas isolée : elle dépend, à chaque époque, de l'ensemble de leur conception du monde et d'eux-mêmes. La science, dans l'acception actuelle du terme, suppose une certaine idée de la nature, obéissant à ses lois propres, étrangères aux volontés et aux désirs humains, mais que les hommes peuvent peut-être arriver à connaître par l'exercice de leur raison. C'est, semble-t-il, dans la Grèce des VI<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> siècles avant J.-C. que cette idée de la nature fait son apparition (A. Espinas, R. Lenoble), comme l'image inverse de la société, si on peut dire. La Cité a ses lois, qui sont des conventions humaines : la Nature a les siennes, qui sont au contraire totalement étrangères aux hommes. Et il est significatif sans doute que la pensée chinoise, n'ayant jamais admis le

concept juridique de loi, n'ait pas davantage accepté l'idée de lois de la nature (C.A. Ronan).

On sait de quel extraordinaire profit aura été cette philosophie pour la science, pour la connaissance de la nature. Mais il en a été bien différemment pour d'autres objets de la pensée. La société, par exemple : faut-il la ranger parmi les êtres de nature ou parmi les êtres de convention ? La seconde thèse a eu des partisans nombreux et prestigieux, de Platon à Hobbes et à Rousseau, et Durkheim croira encore nécessaire de dépenser beaucoup d'énergie à la combattre. Le malheur, c'est que ce combat l'amènera, non à dépasser la contradiction, mais simplement à rejoindre le camp des partisans de la première thèse. Car considérer les faits sociaux comme des choses, étrangères à la conscience des individus, c'est bien ranger la société parmi les êtres de nature. C'est, paradoxalement, en éliminer l'homme, ou du moins ses activités les plus conscientes et les plus intelligentes, en particulier ses techniques. Ce n'est évidemment pas un hasard si à la même époque on s'intéresse tellement à l'inconscient en psychologie. Tout se passe en somme comme si on ne pouvait étudier l'homme qu'à condition d'en faire un objet naturel, c'est-à-dire de le dépouiller de ce qu'il y a de vraiment humain en lui, sa raison et sa conscience. Et qu'on ne croie pas que ce point de vue est dépassé aujourd'hui. Il n'y a pas si longtemps qu'un des plus illustres successeurs de Durkheim a insisté sur "la nature inconsciente des phénomènes culturels", allant jusqu'à affirmer que dans l'étude des processus historiques, l'ethnologie devait "par une sorte de marche régressive, éliminer tout ce qu'ils doivent à l'événement et à la réflexion" (C. Lévi-Strauss 1958: 25-31). Quel programme ! Et comment les techniques y trouveraient-elles une place, elles qui doivent leur existence à l'invention, laquelle est toujours le produit de l'événement et de la réflexion ?

Il y a plus, et d'autres auteurs plus illustres encore ont été jusqu'à nier qu'il y eût intelligence dans les techniques. Voltaire d'abord :

"... On avait inventé la boussole, l'imprimerie, la gravure des estampes, la peinture à l'huile, les glaces, l'art de rendre en quelque façon la vue aux vieillards par les lunettes qu'on appelle besicles, la poudre à canon, etc. On avait cherché, trouvé et conquis un nouveau monde. Qui ne croirait que ces sublimes découvertes eussent été faites par les plus grands philosophes, et dans des temps bien plus éclairés que le nôtre ? Point du tout : c'est dans le temps de la plus stupide barbarie que ces grands changements ont été faits sur la terre : le hasard seul a produit presque toutes ces inventions..."

Et encore :

"Les inventions les plus étonnantes et les plus utiles ne sont pas celles qui font le plus d'honneur à l'esprit humain.

C'est à un instinct mécanique, qui est chez la plupart des hommes, que nous devons tous les arts, et nullement à la saine philosophie.

La découverte du feu, l'art de faire du pain, de fondre et de préparer les métaux, de bâtir des maisons, l'invention de la navette, sont d'une toute autre nécessité que l'imprimerie et la boussole; cependant ces arts furent inventés par des hommes encore sauvages." (Lettres philosophiques, Douzième lettre, sur le chancelier Bacon.)

Voilà donc les inventions expliquées par le hasard, à moins que ce ne fût l'instinct, par un auteur qui vient tout juste d'ironiser sur les quiddités, les formes substantielles et l'horreur du vide de l'ancienne scholastique ! Mais voici comment, deux siècles plus tard, les explique le philosophe Alain :

"Les barques pontées sur lesquelles les Bretons de l'île de Groix vont à la grande pêche sont des mécaniques nerveilleuses. (...) On admire les travaux des abeilles; mais les travaux humains de ce genre ressemblent beaucoup aux cellules hexagonales de la ruche. Observez l'abeille et le pêcheur, vous ne trouverez pas trace de raisonnement ni de géométrie; vous y trouverez seulement un attachement stupide à la coutume, qui suffit pourtant à expliquer ce progrès et cette perfection dans les oeuvres. Et voici comment.

Tout bateau est copié sur un autre bateau; toute leur science s'arrête là : copier ce qui est, faire ce que l'on a toujours fait. Raisonons là-dessus à la manière de Darwin...

(...)

On peut donc dire, en toute rigueur, que c'est la mer elle-même qui façonne les bateaux, choisit ceux qui conviennent et détruit les autres. Les bateaux neufs étant copiés sur ceux qui reviennent, de nouveau l'Océan choisit, si l'on peut dire, dans cette élite, encore une élite, et ainsi des milliers de fois. Chaque progrès est imperceptible; l'artisan en est toujours à copier, et à dire qu'il ne faut rien changer à la forme des bateaux; et le progrès résulte justement de cet attachement à la routine... (Les propos, 1920, cité par J. Guillerme, 1973.)

Je ne sais pas ce qu'aurait pensé Darwin de l'utilisation de son nom dans ce naïf étalage d'ignorance. Mais la naïveté est souvent précieuse, parce qu'elle est révélatrice. "Je ne connais rien à la construction des bateaux", semble nous dire Alain, "mais quelle importance, puisqu'il n'y a rien à comprendre ?" Et comment ne pas relever, entre dix autres remarques qui nous viennent à l'esprit sur ces deux textes, que le terme stupide leur est commun ?

Qu'on ne s'y trompe pas. Ce n'est pas le malin plaisir d'épingler quelques grands hommes qui nous anime. On trouverait par centaines des citations semblables sous des plumes moins illustres. La "routine aveugle" des artisans et des paysans, par exemple, est un des clichés les plus omniprésents dans la littérature techno-scientifique des XVIIIe et XIXe siècles. Mais quelle meilleure preuve donner de la prégnance de ce cliché, que de le retrouver chez les penseurs les plus originaux ou les plus influents de leur époque ?



Il ne s'agit de rien d'autre, au vrai, que de l'aporie aujourd'hui classique de la science du sujet. La démarche scientifique, en effet, instaure une distinction, une extériorité radicales entre le sujet, qui observe, et les objets, qui sont observés. Lorsqu'il étudie l'intelligence de ses semblables, c'est-à-dire en fin de compte la sienne propre, l'homme-sujet s'observe lui-même, en quelque sorte. Une telle démarche peut-elle être scientifique ? Non, répondit par exemple Auguste Comte, refusant donc très logiquement de faire une place à la psychologie dans son système des sciences (P. Gréco, 1967: 933-937). Une réponse qui avait au moins le mérite d'être explicite. Mais c'est bien la même réponse que nous venons de retrouver sous divers déguisements. Qu'il n'y ait pas de science du sujet (Comte), ou pas de sujet (Durkheim), ou un "sujet", mais inconscient (Lévi-Strauss) ou stupide (Alain, Voltaire), cela revient finalement au même pour ce qui nous concerne. Dans une métaphysique où l'homme savant se conçoit lui-même comme radicalement extérieur aux objets qu'il observe (y compris l'homme non savant), il n'y a pas de place pour les techniques considérées comme objets de connaissance, il n'y a pas de technologie possible.

Voilà quel est, dans les sciences humaines, l'héritage de la vieille dichotomie homme/nature, ou culture/nature comme on dit plus volontiers aujourd'hui. Rien ne nous interdit plus de rejeter les entraves qu'il comporte, théoriquement du moins, et J. Piaget par exemple a produit sur ce point quelques pages décisives (1977: 43-63). Mais force est bien de constater que cette liberté théorique reste peu utilisée. Comment comprendre, sinon, que les techniques soient à peu près absentes d'entreprises comme "la praxéologie, science de l'action efficace" de T. Kotarbiński, ou comme la "théorie de l'action finalisée" de M. von Cranach ? Car que sont donc les techniques, sinon des actions finalisées et efficaces ?

Tout se passe en fait comme s'il nous était particulièrement difficile d'oublier que la bipartition homme/nature a été fondatrice dans notre conception du monde. Sans elle, pas de science possible. La science est née contre la technique, en somme, et cet antagonisme ne s'efface pas avec l'évolution des idées. Il semble plutôt qu'il change de place ou de forme. Nous venons de voir, très schématiquement il est vrai, ce qu'il en a été dans les sciences humaines depuis le XIXe siècle. Ce n'est bien sûr que le dernier chapitre d'une histoire beaucoup plus longue et complexe, une histoire qu'il n'est pas question de résumer ici. Mais deux jalons nous intéressent plus directement pour notre propos, évoquons-les briève-

ment pour clore cet argument. Il s'agit de deux étapes, que nous qualifierons un peu arbitrairement d'aristotélicienne et de baconienne dans le développement des philosophies de la nature.

Tous les peuples se sont donnés des mythes relatant l'acquisition des principaux arts de leur civilisation. Et quoique les modalités de cette acquisition soient fort diverses, un thème y revient constamment : celui de la ruse. L'inventeur, le héros civilisateur, est souvent un voleur ou un tricheur, un trickster. Et il en est encore ainsi dans la mythologie de la Grèce ancienne : les dieux techniciens comme Athéna et Héphaïstos, ou les inventeurs légendaires comme Dédale, appartiennent au monde de l'habileté artificieuse, de la mêtis (F. Frontisi-Ducroux). Rien de surprenant à cela, bien sûr. Ce qui l'est davantage, c'est qu'au lieu de se distendre avec le développement des premières philosophies rationalistes, cette association technique-ruse paraît se resserrer au contraire. Une large part des activités des "mécaniciens grecs" a pour but de mettre au point des gadgets, des appareillages pour amuser ou ébahir les foules (B. Gille, B. Stock). Au XIIe siècle, Hugues de Saint-Victor qualifie les arts mécaniques d'"adultérins" et y inclut... le théâtre (J.A. Weisheipl). Et le Bas Moyen Age est l'époque d'un développement considérable de la magie, qui ne prendra fin qu'au XVIIe siècle. (La légende du Dr. Faust, le mythe caractéristique de cette époque, est publiée pour la première fois en 1587.) On admet habituellement que la magie ressortit à une forme de pensée incompatible avec la science ou la technique. C'est le contraire qui est vrai, et les recherches récentes ont montré que loin de se contrarier, science, technique et magie avaient progressé ensemble, et si on peut dire de concert, du XVe au XVIe siècle (B. Hansen, W. Eamon). Technique et magie, notamment, se distinguent alors fort peu l'une de l'autre. Nombre d'ingénieurs sont considérés, se font considérer, voire se considéraient eux-mêmes comme mages, et l'expression "magie naturelle" va connaître un succès grandissant pour désigner leur art, jusqu'en plein XVIIe siècle.

Toutes ces indications sont sans doute bien éparses et bien fragmentaires. Elles laissent cependant transparaître avec netteté la connotation négative dont sont toujours chargées les techniques dans la conception aristotélicienne des choses. Lorsqu'elles sont sans mystère, elles appartiennent à la routine ou à la servilité, et ne valent pas la peine qu'on en parle. Lorsqu'au contraire elles surprennent par leur nouveauté, par l'habileté qu'elles impliquent ou par le caractère inhabituel, antinaturel

de leurs effets, elles deviennent ruses ou artifices, illusionisme ou arts du spectacle, manipulation de forces occultes, magie. Mais en aucun cas les techniques ne sont un produit légitime de la droite raison. Nous avons vu pourquoi il en est ainsi : les techniques ne sont ni de la nature ni de l'homme, et il n'y a de place pour elles que dans cet entre-deux suspect où tombent les choses bizarres. Mais nous voyons aussi maintenant pourquoi il ne put jamais exister ni technologie ni science expérimentale pendant les quelque vingt siècles que domina cette conception. La technologie est théorie de l'action technique : comment concevoir une théorie de la ruse ? Et quant à l'expérimentation, elle ressortit fondamentalement aux techniques, puisqu'elle est manipulation : comment la science, qui est recherche de la vérité de la nature, s'accommoderait-elle de procédés qui encourent le reproche de tricher avec la nature ?

Cette conception, cet ensemble de conceptions plutôt, n'est certainement pas propre à Aristote, et on pourrait à bon droit contester le qualificatif d'aristotélicien que nous lui donnons. Mais il ne s'agit que de fixer les idées, comme on dit. Et il n'est pas douteux que la grande majorité des philosophes d'Occident, depuis la Grèce classique jusqu'à notre Moyen Age, ont fait leur, souvent implicitement, ce rejet des techniques au rang des ruses, de l'illusionisme ou de la magie, qui accompagne nécessairement la naissance de l'idée de science. Si donc nous qualifions d'aristotélicienne cette manière de voir (dont il reste d'importantes traces chez nos contemporains), c'est parce que l'aristotélisme a été le courant philosophique le plus influent pendant cette très longue période. C'est aussi pour mieux marquer que ce n'est pas par un effacement progressif qu'il va perdre ses positions dominantes, mais par un véritable retournement, au profit d'une conception tout à fait contraire, qu'avec les mêmes réserves nous qualifierons de baconienne.

Résumons les deux phases de ce retournement. Pour les aristotéliciens, c'est la nature "vraie", telle qu'elle se manifeste à l'observation sans artifice, que la science cherche à connaître, avec les seules armes de la raison et de la logique. Les techniques ne peuvent être ni objet ni moyen de science, le vrai n'a rien à voir avec l'utile. Pour les baconiens au contraire, l'utile devient critère du vrai (R. Carton), et c'est l'expérimentation qui permet de l'atteindre. Non seulement l'expérimentation n'est plus suspecte, mais elle seule permet de distinguer le vrai du faux, elle seule permet de trouver du nouveau. Connaître, c'est savoir faire.

Comme devant, beaucoup trouveront sans doute abusif ce qualificatif de baconien appliqué à un ensemble de courants de pensée fort divers (mécanisme, empirisme, positivisme...), et qui n'ont en commun, finalement, qu'un certain pragmatisme pour lequel les résultats comptent plus que les principes, y compris ceux de la logique. En outre, si les deux Bacon, Francis (1561-1626), et surtout Roger (env. 1220-env. 1292), ont été les propagandistes les plus célèbres de ce pragmatisme, c'est à des savants comme Jean Philopon (VI<sup>e</sup> siècle), Alhazen (965-1040), ou au XVII<sup>e</sup> siècle Mersenne, Pascal, Roberval, Huygens, etc., qu'il faut imputer son succès. Le mécaniste Mersenne est peut-être celui qui a le mieux exprimé l'idée que "comprendre, c'est fabriquer" (E. Coumet). Et quant à la méthode inductive préconisée par F. Bacon, on sait depuis longtemps qu'elle est incapable de produire quoi que ce soit. Mais tout cela étant dit, il reste que les deux Bacon constituent des points de repère fort commodes pour notre propos, ne serait-ce que sur le plan chronologique. A partir du premier Bacon, les conceptions qui sont à la base de l'aristotélisme perdent le monopole quasi tacite qu'elles avaient auparavant, et que des pionniers comme J. Philopon ou Alhazen n'avaient réussi que très partiellement à entamer (en optique notamment : c'est depuis Alhazen que la croyance au mauvais oeil a perdu ses bases scientifiques). Quant au second Bacon, si contrairement au premier il est plutôt en retard sur son temps, c'est tout de même à lui que revient d'avoir assuré le triomphe public des conceptions nouvelles.

Il serait erroné, pourtant, de croire que le pragmatisme baconien est dénué de toute métaphysique. C'est le contraire qui est vrai. Car c'est seulement une métaphysique bien précise, issue du monothéisme, qui l'a rendu possible. Dieu étant unique, il est au dessus ou en dehors de la nature qu'il a créée, comme l'artisan est au dessus des objets qu'il fabrique. Et la nature une fois créée, le monde une fois mis en mouvement, Dieu n'intervient plus, car ce serait contraire à sa transcendance. Par suite, la nature est comme purgée de toutes les forces occultes qui l'animaient, en premier lieu bien sûr de celles que commandaient les anciens dieux païens. La nature devient pur mécanisme, dont l'homme est appelé à comprendre les ressorts. Ce n'est sans doute pas un hasard si Jean Philopon, qui fut le premier à défendre cette conception d'une nature "qui marche toute seule", si j'ose dire, fut monophysite; ou si jusqu'au XI<sup>e</sup> siècle, ce furent des savants nestoriens ou musulmans surtout qui s'en inspirèrent. A partir du XIII<sup>e</sup> siècle, la nouvelle métaphysique s'implante en Occident,

Elle n'en disparaîtra plus, malgré le retour offensif de l'aristotélisme opéré par Saint Thomas d'Aquin (1225-1274), qui restera la philosophie officielle jusqu'au XVIIIe siècle. Dans la confrontation qui s'instaure alors, rien n'est plus caractéristique peut-être des deux métaphysiques opposées que les attitudes qu'elles induisent envers la magie. Saint Thomas la condamne, parce qu'il y croit. Son contemporain Roger Bacon s'efforce d'en démontrer la "nullité" (Epistola de Secretis Operibus Artis et Naturae, et de Nullitate Magiae), car pour lui, seuls la nature elle-même, ou l'art utilisant la nature comme instrument, peuvent avoir des effets réels. Ce n'est qu'au XVIIIe siècle qu'il aura cause gagnée, c'est-à-dire qu'on cessera de considérer la magie comme un délit et de la réprimer en tant que telle. En attendant, Roger Bacon lui-même (comme son aîné Albert le Grand) passera dans la légende comme magicien...

Il nous reste à conclure sur la place nouvelle faite aux techniques depuis le renversement baconien de perspective. L'aristotélisme les excluait. Le baconisme fait reposer la vérité sur l'utilité, la science sur l'expérimentation : les techniques deviennent moyen de connaissance, ou connaissance en acte. Réhabilitation éclatante, mais qui leur fait perdre toute spécificité. C'est à n'en pas douter dans cette perspective qu'au XIXe siècle surtout, les techniques seront purement et simplement intégrées à la science, soit sous le nom de technology dans le monde anglophone, soit sous celui de science appliquée en Europe continentale. Historiquement, cette confusion entre science et technique (Agassi 1966) a eu des effets positifs immenses : il est clair que c'est grâce à elle que l'obstacle intellectuel majeur qui s'opposait au développement des sciences et des techniques depuis l'Antiquité a pu enfin être surmonté. Mais il est clair aussi que cette réussite, comme celle de l'aristotélisme auparavant, a été payée d'un certain prix. Un prix que d'un point de vue général on est en droit de considérer comme négligeable, mais qui est très précisément à la racine du problème soulevé par Simondon et ses émules et qui nous occupe ici. Que les techniques soient réduites à des artifices suspects comme dans l'aristotélisme, ou à des moyens et des applications de la science comme dans le baconisme, elles continuent à ne pas pouvoir exister par elles-mêmes. Elles ne sont pas objet de connaissance, il n'y a toujours pas de technologie possible.

↳ (Lederman 1984)

+  
+ +

La situation est-elle donc finalement sans issue ? Dans le monde éthéré des idées, peut-être. Mais il n'y a pas que les idées dans la vie, on n'est pas historien des techniques sans le savoir ! La logique a beau multiplier ses pièges les plus subtils, il se trouve toujours quelques individus plus chanceux ou plus ignorants que les autres pour y échapper. Un savant mécanicien, dit-on, a fait un jour la démonstration très scientifique que le hanneton était trop lourd pour pouvoir voler; seulement, comme le hanneton n'a pas compris, il vole quand même. On peut en dire à peu près autant des démonstrations-pièges que nous venons de voir. Que les techniques, tantôt exclues tantôt récupérées, soient en tous cas privées de statut épistémologique, soit. Mais cela ne les a jamais empêchées d'exister, de progresser, et de mettre en oeuvre des habiletés et des connaissances dont la réalité et la valeur sont indéniables, même et surtout lorsqu'elles sont étrangères à la science savante.

Il s'est toujours trouvé des esprits pour reconnaître cette réalité-là. Vitruve par exemple, dans l'Antiquité, qu'on donne pourtant si souvent comme un compilateur sans originalité. Au XIIIe siècle, Hugues de Saint-Victor est le premier, peut-être, à avoir écrit que "la raison humaine brille avec beaucoup plus d'éclat par l'invention de toutes ces choses, qu'elle ne l'aurait fait si l'homme les avait eues naturellement en sa possession". L'époque est certes celle d'une réhabilitation du travail, grâce auquel l'homme est censé pouvoir se relever de sa chute originelle. Mais ce n'est pas nier l'importance de cette idée, absolument révolutionnaire, que de dire qu'elle n'impliquait nullement que les techniques fussent reconnues comme oeuvre de raison et d'intelligence. L'originalité d'Hugues de Saint-Victor sur ce plan paraît donc entière. (B. Stock) Mais tous ces précurseurs, ces dissidents peut-on dire, n'eurent guère d'influence sur le mouvement des idées. Sauf peut-être le dernier d'entre eux, qui fut aussi le plus explicite : Leibniz.

---

"Il n'y a point d'art mécanique si petit et si méprisable qui ne puisse fournir quelques observations ou considérations remarquables" écrit-il. Et aussi : "Pour ce qui est des connaissances non écrites qui se trouvent dispersées parmi les hommes de différentes professions, je suis persuadé qu'elles passent de beaucoup, tant à l'égard de la multitude que de l'importance, tout ce qui se trouve marqué dans les livres, et que la meilleure partie de notre trésor n'est pas encore enregistrée. (...) Et pourtant ce n'est pas que cette pratique ne se puisse écrire aussi, puisqu'elle n'est dans le fonds qu'une autre théorie, plus composée et plus particulière que la commune." (Cité par P.-M. Schuhl, 1947: 31-32.)

Leibniz est bien connu pour la multiplicité exceptionnelle de ses idées et de ses intérêts. Cette qualité - certains y voient un défaut - l'a mis souvent en avance sur son époque. C'est bien le cas en l'occurrence. Non seulement Leibniz exprime avec une parfaite clarté que les techniques sont des oeuvres de l'esprit, et comme telles dignes d'intérêt pour elles mêmes. Mais en outre il esquisse les deux grandes parties de tout programme de recherche proprement technologique : 1, écrire les techniques, c'est-à-dire les décrire, et pour cela bien sûr les observer; et 2, en faire la théorie, qui pour être "autre" que la commune (c'est-à-dire celle de la philosophie naturelle, de la physique), n'en existe pas moins. Enfin, et ce n'est pas le moins important, Leibniz nous dit que théorie et description ne vont pas l'une sans l'autre, ce qu'on oublie souvent aujourd'hui. C'est dans l'effort fait pour "écrire" les techniques particulières qu'on élaborera, s'il se peut, leur théorie, et non pas à coups de réflexions générales et de considérations abstraites.

Nous allons voir que c'est précisément parce que l'effort de description et celui de théorisation ne réussirent pas à s'associer assez étroitement que la Technologie ne parvint pas à se constituer définitivement comme science. Mais on ne fut pas loin d'y parvenir. Le XVIIIe et les deux premiers tiers du XIXe siècle s'engagèrent fort avant dans la réalisation du programme de Leibniz. Et si l'entreprise fut abandonnée après Reuleaux, dans les années 1870, il semble que ce fut par un concours de circonstances peu étudiées à vrai dire, mais plutôt contingentes. Il y a là un épisode de l'histoire des idées d'autant plus passionnant qu'il est moins bien connu. Un seul travail d'ensemble lui a été consacré, l'article fondamental de J. Guillerme et de J. Sebestik, "Les commencements de la technologie", paru en 1966. Nous lui avons fait de larges emprunts dans ce qui suit.

Il est toujours hasardeux de fixer une date pour le début d'un épisode historique, et pour celui-là plus que pour tout autre. Tommaso Campanella, dans sa Città del sole, écrite en 1602, est le premier à affirmer le rôle des techniques dans l'histoire. Un siècle auparavant, le De rerum invento-ribus de son compatriote Polydore Virgile (1499) avait été un best seller. Et c'est vers 1350 qu'aurait été écrit le premier livre d'histoire des techniques, le De originibus rerum de Gulielmus Pastrengus (Lynn White jr., 1962: 129). Nous venons de rappeler l'intuition fondatrice de Leibniz, et il n'est sans doute pas indifférent qu'après l'Encyclopedia d'Alsted (1630),

ce soit en 1670 dans la Glossographia de Blount qu'on trouve le terme de "technologie" présenté dans son acception moderne de "description des arts". Définition qui sera développée dans d'autres dictionnaires, et surtout dans la Philosophia rationalis de Christian Wolff, un élève de Leibniz. C'est enfin en 1675 - Leibniz a vingt-neuf ans, il séjourne à Paris depuis 1672 - qu'à la demande de Colbert, l'Académie des Sciences nouvellement créée (1666) se charge de décrire les arts et les métiers.

Il y a donc eu une très longue et très riche période de gestation. Période si riche d'innovations, en fait - et nous n'avons pas dit un mot de la littérature technique proprement dite - qu'il est bien difficile de donner une date précise pour la naissance de la technologie. Il me semble pourtant possible d'en proposer, sinon une, au moins deux, pour la technologie théorique et pour la technologie descriptive respectivement : 1696, avec la création par Christopher Polhem du Laboratorium mechanicum de Stockholm, et 1751, avec la parution du premier volume de l'Encyclopédie de D'Alembert et Diderot.

Sur l'Encyclopédie, tout a été dit, et le contraire de tout. Sans vouloir ajouter à la somme de ces exégèses, deux remarques sont pourtant nécessaires ici. La première porte sur le point d'antériorité. On a parfois accusé l'Encyclopédie de n'être qu'une imitation, voire un plagiat des Descriptions de l'Académie. Et il est exact qu'il y eut des emprunts, sinon des piratages. Mais cela dit, il reste le fait que les premières Descriptions ne furent publiées qu'en 1761, dix ans après le premier volume de l'Encyclopédie (M. Jaoul & M. Pinault). L'auraient-elles été sans l'apparition de l'entreprise concurrente ? Il est permis d'en douter, d'autant que le projet des Descriptions était mercantiliste à l'origine. Il n'avait pas pour but de promouvoir une connaissance désintéressée des techniques dans le public, mais bien de contribuer au perfectionnement des industries du royaume. Or s'il pouvait être utile de décrire les arts et les métiers dans ce but, l'était-ce autant de rendre publiques ces descriptions, avec le risque que cela profitât plutôt aux industriels étrangers ? Il n'y a rien d'invraisemblable à supposer que cette considération ait joué un rôle dans le peu d'empressement - c'est le moins qu'on puisse dire - mis par l'Académie à publier les travaux de ses membres sur les arts et métiers.

Ce qui est certain en revanche, c'est que dès l'origine, le projet de l'Encyclopédie prend en compte les techniques, non pas, ou pas seulement, pour leur utilité économique, mais avant tout comme partie intégrante de



ce que nous appellerions aujourd'hui le patrimoine culturel de l'humanité. D'Alembert et Diderot se sont exprimés là-dessus avec la plus parfaite clarté :

"Le mépris qu'on a pour les arts mécaniques semble avoir influé jusqu'à un certain point sur leurs inventeurs mêmes. Les noms de ces bienfaiteurs du genre humain sont presque tous inconnus, tandis que l'histoire de ses destructeurs, c'est-à-dire des conquérants, n'est ignorée de personne. Cependant, c'est peut-être chez les artisans qu'il faut aller chercher les preuves les plus admirables de la sagacité de l'esprit, de sa patience et de ses ressources. J'avoue que la plupart des arts n'ont été inventés que peu à peu, et qu'il a fallu une assez longue suite de siècles pour porter les montres, par exemple, au point de perfectionnement où nous les voyons. Mais n'en est-il pas de même des sciences ? Combien de découvertes qui ont immortalisé leurs auteurs avaient été préparées par les travaux des siècles précédents, souvent même amenées à leur maturité, au point de ne demander plus qu'un pas à faire ? Et pour ne point sortir de l'horlogerie, pourquoi ceux à qui nous devons la fusée des montres, l'échappement et la répétition ne sont-ils pas aussi estimés que ceux qui ont travaillé successivement à perfectionner l'algèbre ?" (D'Alembert, "Discours préliminaire".)

"Dans quel système de physique ou de métaphysique remarque-t-on plus d'intelligence, de sagacité, de conséquence, que dans les machines à filer l'or, faire des bas, & dans les métiers de passementiers, de gaziers, de drapiers ou d'ouvriers en soie ? Quelle démonstration de mathématiques est plus compliquée que le mécanisme de certaines horloges, ou que les différentes opérations par lesquelles on fait passer ou l'écorce du chanvre, ou la coque du ver, avant que d'en obtenir un fil qu'on puisse employer à l'ouvrage ? Quelle projection plus belle, plus délicate & plus singulière que celle d'un dessin sur les cordes d'un sample, & des cordes du sample sur les fils d'une chaîne ? Qu'a-t-on imaginé en quelque genre que ce soit, qui montre plus de subtilité que de chiner des velours ? Je n'aurais jamais fait si je m'imposais la tâche de parcourir toutes les merveilles qui frapperont dans les manufactures ceux qui n'y porteront pas des yeux prévenus ou des yeux stupides." (Diderot, article "Art", chapitre "De la langue des arts".)

Laissons-nous gagner par cet enthousiasme : on n'exprimera jamais mieux, me semble-t-il, la joie profonde de quiconque a pu, en détruisant certains de ses préjugés, découvrir un continent nouveau pour la connaissance. La "stupidité", du coup, a changé de côté, elle est désormais le lot de ceux qui s'aveuglent eux-mêmes en refusant de connaître les techniques. A vingt ans de distance, Diderot répond au Voltaire des Lettres philosophiques. Les arts, "par l'honneur qu'ils font à l'esprit humain" (cette phrase figure en toutes lettres dans l'article cité), ne sont pas moins dignes d'intérêt que les sciences ou les lettres. Voilà en quoi consiste l'originalité la plus profonde de l'entreprise encyclopédique. Une originalité qu'il est d'autant plus difficile de lui contester qu'elle reste entière aujourd'hui, après plus de deux siècles !

Il reste en tous cas à l'Encyclopédie d'avoir ouvert une voie nouvelle. Le terme "technologie" lui-même n'y figure pas, ou du moins pas dans une acception qui nous intéresse ici. Mais le relais va être pris en Allemagne. C'est en 1772 que Johann Beckmann (1739-1811) commence à enseigner la Technologie à Göttingen, et il cite longuement l'article "Art" de Diderot dans son Anleitung zur Technologie publiée en 1777 : la filiation est claire. Pour trois générations, c'est l'Allemagne qui va devenir le pays d'élection de la nouvelle discipline. On l'enseigne dans de nombreuses universités. On lui consacre une masse fantastique de publications - la fameuse Oekonomisch-technologische Enzyklopädie de J.G. Krünitz, par exemple, commencée en 1773, et qui ne sera achevée qu'en 1858, 62 ans après la mort de Krünitz, avec un total de... 242 volumes ! La France, l'Angleterre, les Etats-Unis, etc., suivent le mouvement, mais pas avec autant de détermination, d'ampleur, de continuité.

Notre historiographie, à l'exception des travaux de J. Guillerme et de J. Sebestik déjà cités, méconnaît complètement cet épisode pourtant essentiel de l'histoire intellectuelle de l'Europe. Et un bilan complet reste à établir. Il nous importe ici de savoir comment et pourquoi il prit fin. Retenons qu'à partir des années 1850 et 1860, l'entreprise technologique s'essouffle. Le mot lui-même est de moins en moins employé. Après plus de trois quarts de siècle d'existence, la Technologie retombe peu à peu dans les limbes dont elle n'est pas encore sortie. Pourquoi cette chute ? Parce que, me semble-t-il, son existence n'avait tenu qu'à un malentendu. C'est bien l'esprit de connaissance désintéressée de l'Encyclopédie qui avait donné naissance à la Technologie. Mais c'est encore pour son utilité économique, réelle ou supposée qu'on lui avait donné un si grand développement. Or avec l'accélération des découvertes dans la seconde moitié du XIXe siècle, la Technologie cesse de paraître utile. A quoi bon désormais ces milliers de volumes de descriptions de techniques obsolètes, ou vouées à le devenir bientôt ? Le progrès des sciences offre à la créativité des inventeurs des voies neuves, imprévisibles, et infiniment plus riches de potentialités. C'est désormais des sciences, et des sciences seules, que l'époque attend les progrès de son industrie. Les techniques retournent à l'arrière-plan qu'elles avaient un moment quitté, l'idéologie triomphante de la science appliquée va s'installer.

Voilà pour cette Technologie que j'ai qualifiée, trop étroitement bien sûr, de descriptive - elle n'a pas été seulement cela, l'oeuvre de Beckmann en témoigne assez. Voyons maintenant cette autre Technologie que

j'ai qualifiée, sacrifiant à la même abusive facilité, de théorique. L'histoire en a été moins étudiée encore que la précédente, aussi me bornerai-je à poser quelques jalons.

Ce qui fait l'unité des diverses tentatives pour construire une Technologie théorique, me semble-t-il, c'est un souci qui, à la même époque, est aussi celui des biologistes systématiciens ou des chimistes. Le souci de réduire la diversité, illimitée en apparence, des phénomènes, à une combinatoire d'éléments simples en nombre limité. Et pour ce faire, il n'est pas d'autre moyen que de construire une nomenclature, un langage, des systèmes de signes ou de notations, etc., qui permettent une manipulation aussi rapide que possible de cette combinatoire. On pense évidemment à Linné, à Lavoisier, etc. Mais c'est peut-être Christopher Polhem (1661-1751) qui fut le premier à mettre en oeuvre cette idée, et cela dans le domaine des arts mécaniques. Polhem est en effet le réalisateur d'une collection de mouvements élémentaires, représentés par des maquettes, et dont chacun était une "lettre" de ce qu'il appela un Alphabet mécanique.

Cette idée lui fut-elle inspirée par le projet d'alphabet universel des pensées humaines de Leibniz ? La similitude des termes le suggère. Voici en tous cas comment C.J. Cronstedt, élève et assistant de Polhem, expliquait la signification de l'alphabet mécanique vers 1730 :

"De même qu'il est important pour un lettré de conserver dans son esprit, prêts à un prompt usage, tous les mots nécessaires à la composition de phrases et d'essais, de même il est important pour un mechanicus d'avoir à sa disposition tous les mouvements simples. (...) La meilleure façon d'y parvenir est de représenter les mouvements simples et connus sous forme de maquettes, et de les appliquer de différentes façons..."

Cet extrait des Carnets de Cronstedt accompagne les "lettres" qui existent encore de l'Alphabet mécanique, et qui sont conservées au Tekniska Museet de Stockholm. (Voir aussi S. Strandh, 1979: 60-61.)

Il ne semble pas que Polhem et Cronstedt aient eu des successeurs directs. C'est en Angleterre, un siècle plus tard, qu'on retrouve le fil, avec le mathématicien Charles Babbage (1792-1871). On sait que Babbage fut l'auteur d'un livre resté classique On the economy of machinery and manufactures. Il contribua à la réforme des mathématiques anglaises, restées fidèles à la notation de Newton pour le calcul différentiel, alors que partout ailleurs la notation de Leibniz l'avait emporté. En 1820, Babbage conçoit le projet d'une machine à calculer plus élaborée que tout ce qui existait jusqu'alors. Projet qu'il développera toute sa vie sans parvenir

jamais à le réaliser complètement. C'est le 17 janvier 1826 que Babbage présente à la Société Royale "Une méthode pour exprimer à l'aide de signes l'action des machines", dans les termes suivants :

"Les avantages qui paraissent résulter de l'emploi de cette notation mécanique sont de rendre la description des machines considérablement plus brève qu'elle ne peut l'être à l'aide de mots. Les signes, s'ils ont été convenablement choisis, et s'ils sont généralement adoptés, formeront pour ainsi dire un langage universel. (...) Quant il s'agit de concevoir des machines dans lesquelles de nombreux organes, roues et leviers, recevant leur mouvement de parties éloignées de l'appareil, doivent marcher de concert au même instant, ou dans un ordre précis, pour exécuter normalement une opération particulière, cette notation apporte l'aide la plus importante; et j'ai moi-même fait l'expérience de ses avantages en l'applicant à ma machine à calculer, quand toutes les autres méthodes paraissaient presque sans espoir."

Babbage développa sa méthode dans un ouvrage qui parut à la fin de sa vie, en 1866. Mais sa proposition ne fut pas suivie, et, nous apprend J. Lafitte (1932: 44), ses dernières années furent davantage assombries par cet insuccès que par l'inachèvement de sa machine à calculer. Il semble que cet aspect de l'oeuvre de Babbage soit resté complètement inconnu en France, à l'exception de rares initiés comme Lafitte lui-même. Seuls V. Willis en Angleterre, et surtout F. Reuleaux en Allemagne, ont oeuvré dans le même sens. Mais le "langage symbolique cinématique" de Reuleaux (qui fait l'objet du chapitre 7 de sa Theoretische Kinematik, 1875) ne paraît pas avoir fait beaucoup plus d'adeptes que la notation mécanique de Babbage...

Les causes de ce désintérêt sont à peu près les mêmes que celles qui menèrent au déclin la Technologie descriptive, une génération plus tôt, même si on peut les cerner de façon plus étroite. L'entreprise de Polhem, Babbage et Reuleaux, on l'aura en effet remarqué, n'intéressait pas la Technologie dans son ensemble, mais seulement une de ses branches, la mécanique. Or à partir des années 1870 et 1880, le développement formidable de l'électrotechnique allait de plus en plus faire apparaître la mécanique comme une branche achevée, ayant produit à peu près tout ce qu'on était en droit d'en attendre. Pourquoi alors s'obstiner dans des recherches de plus en plus difficiles, conduisant parfois à des problèmes mathématiques au delà des possibilités de l'époque, et n'offrant que des perspectives de progrès matériel de plus en plus modestes ? (Voir sur ce point les ouvrages de E.S. Ferguson et de S. Strandh. La cinématique a connu un regain de faveur à partir des années 1940, mais c'est une autre histoire...)

Deux remarques doivent compléter ce propos. La première, c'est que

l'idée de noter les mouvements n'est pas due aux mécaniciens. C'est en fait aux danseurs qu'elle appartient. Le plus ancien essai de notation des mouvements du corps humain dans la danse remonte à 1482 (B. Koechlin). Et il faudrait chercher des tentatives semblables dans l'escrime et l'équitation savantes qui se développent au XVIIe siècle - au moment précis, il vaut la peine de le noter, où les armes à feu réduisent massivement le rôle des armes blanches et de la cavalerie dans les batailles. (Il vaut également la peine de noter, d'après A. Espinas, que la première oeuvre du jeune Descartes aurait été un traité d'escrime, qui ne paraît pas avoir été conservé.) Dans un tout autre contexte, on sait comment l'idée de noter les mouvements fut reprise à la fin du XIXe siècle, dans le double contexte de l'analyse physiologique du mouvement (Marey et la chronophotographie) et du taylorisme (Gilbreth). Mais Haudricourt a très justement remarqué que les symboles de Gilbreth désignent des unités d'intention plutôt que des unités de mouvement. La critique va loin, car c'est elle peut-être qui nous donne la meilleure clé pour comprendre le non-aboutissement de toutes ces tentatives. Ou bien en effet on part des actions observées. Mais ces actions sont complexes, nous n'avons guère les moyens d'analyser cette complexité, et un simple découpage séquentiel comme celui de Gilbreth n'est pas vraiment un moyen d'analyse. Ou bien au contraire on part de mouvements simples, géométriques, à partir desquels on s'efforce de construire un langage ou une algèbre (Polhem, Babbage, Reuleaux). Cette algèbre est indéniablement créatrice, elle stimule et aide la pensée, elle peut déboucher sur des problèmes mathématiques inédits et sur des mécanismes nouveaux. Mais il s'agit dès lors de cinématique, et de cinématique seulement, et celle-ci ne peut nous aider à analyser et à décrire la multitude des autres techniques que nous observons autour de nous. La technologie théorique que nous attendions n'est pas vraiment au rendez-vous...

Il n'est pas sûr du reste, et ce sera notre seconde remarque, que même en ce qui concerne la cinématique proprement dite, le problème théorique ait été résolu. C'est en effet ce problème qui fonde la démarche de Reuleaux, voici comment il le pose au début de son livre :

"Les travaux mathématiques ... ont eu pour objet d'étudier ... les propriétés des mécanismes donnés. [C'est Reuleaux qui souligne.] ... [Mais] comment en est-on arrivé aux mécanismes, ainsi qu'à leurs éléments ? Quelle est la loi qui doit être observée dans le procédé qui sert à combiner un mécanisme ? Une telle loi existe-t-elle en réalité, ou doit-on au contraire prendre comme point de départ les résultats de l'invention ? Dans ce dernier cas, le problème scientifique se réduirait-

il à l'analyse de ces résultats, et ne nous resterait-il dès lors qu'un simple procédé descriptif ou historique ?

Ce dernier est celui dont on a fait un usage presque exclusif jusqu'à nos jours, et c'est à peine si on trouve quelques traces de recherches destinées à pénétrer derrière la scène. De là cette situation vraiment singulière que, dans l'étude de la composition des machines, on est arrivé à se servir des moyens les plus développés pour éclairer les résultats de l'invention, c'est-à-dire les produits de l'esprit humain, sans avoir aucune connaissance des procédés que la pensée a dû mettre en oeuvre pour produire ces résultats."

Et encore :

"C'est aux procédés de la pensée qu'il convient de recourir pour la recherche des mécanismes, et c'est là le problème que la cinématique théorique doit se proposer de résoudre avant tout. Tant qu'elle reste impuissante à arriver aux éléments et aux mécanismes des machines sans recourir à l'historique des inventions, elle n'est pas en droit de revendiquer le caractère d'une vraie science."

Je laisse à d'autres, plus compétents, le soin de dire si Reuleaux et ses successeurs ont réussi dans leur entreprise consistant à passer d'une science "bâtarde" - car basée sur la description et sur l'histoire - à une science "vraie" - basée sur des axiomes et des déductions. Mais de toutes façons, c'est pour la seule cinématique que la question se pose ainsi. Il ne semble pas que personne l'ait jamais posée dans les mêmes termes pour la Technologie dans son ensemble. Et en effet, l'axiomatisation est-elle la seule voie possible de la théorisation ? Il semble bien en tous cas qu'après Reuleaux, les rares penseurs qui continuent à se préoccuper de Technologie théorique abandonnent cette voie étroite, et reviennent à une conception plus large dans laquelle la description et l'histoire ne sont plus seulement un mal nécessaire. Charles Frémont par exemple :

"Dans cet enseignement [technique], la mécanique industrielle a ... une place prépondérante et cependant sa pédagogie est plus subjective qu'objective. En fait, nos cours de mécanique pratique sont des applications des mathématiques aux mécanismes; aussi arrive-t-il souvent que les élèves traitent par les mathématiques des mécanismes dont ils ne comprennent pas le fonctionnement.

Il me paraît indispensable de modifier ces cours et de commencer par apprendre aux élèves le fonctionnement des mécanismes en leur en expliquant l'origine et l'évolution. (...)

Cette idée d'établir "l'histoire des développements de la technique" a été reprise récemment par les Allemands, ainsi que l'expose M. Matschoss de Berlin, dans une lettre datée du 10 février 1911..."

Rappelons que Charles Frémont (1855-1930), fils et petit-fils de serruriers parisiens, fut responsable du Laboratoire de mécanique à l'Ecole des Mines de 1902 à 1920 environ, et publia 85 Mémoires technologiques dont une vingtaine sont entièrement ou partiellement historiques (G. Sarton).

Mais cette réintroduction de l'histoire dans la Technologie n'est peut-

être pas l'apport essentiel du XXe siècle. De Beckmann à Reuleaux inclus, tous les technologues allemands avaient fait une large part à l'histoire dans leurs travaux. Et ce n'est certes pas par mépris ou par ignorance de l'histoire que Reuleaux cherche à l'éliminer : le chapitre 6 de sa Cinématique est consacré à "l'histoire du développement des machines", et il y affirme bien haut la nécessité de recourir à toutes les ressources de l'archéologie, de la philologie, de l'ethnographie et de l'anthropologie pour reconstituer en quelque sorte l'ontogénèse des machines. L'apport essentiel du XXe siècle, c'est à des penseurs comme Jacques Lafitte (1884-1966) ou Simone Weil (1909-1943) qu'on le doit.

Le rapprochement pourra surprendre. Quoi de commun en effet entre un ingénieur-architecte, ayant fait toute sa carrière dans l'industrie, chanteur lyrique d'une société "technomorphe" future, peut-être un peu réactionnaire en politique, et enfin parfaitement inconnu du public cultivé, d'une part, et d'autre part une intellectuelle, philosophe, normalienne, successivement ouvrière chez Renault, membre des brigades internationales pendant la guerre d'Espagne et ouvrière agricole, l'archétype en somme du penseur vraiment engagé ?

Il suffit en fait de lire deux petits livres de guère plus d'une centaine de pages chacun pour que le rapprochement devienne évident : les Réflexions sur la science des machines de Lafitte, écrites vers 1911 mais publiées en 1932, et les Réflexions sur les causes de la liberté et de l'oppression sociale de Simone Weil, écrites en 1934 et publiées en 1955. Que nous disent ces deux textes si étrangers l'un à l'autre, à en juger par leurs titres ?

Lisons d'abord Lafitte. Tous les corps fabriqués, ou mieux organisés par l'homme, sont des "machines". La mécanique, la physique, la chimie étudient les phénomènes dont les machines sont le siège, et il n'est pas question de minimiser l'importance de leur contribution. Mais la véritable science des machines, la mécanologie, a un autre objet. Elle étudie les machines "pour elles-mêmes, en tant que phénomènes, et non plus seulement pour les phénomènes dont elles sont le siège". Ou en d'autres termes, elle a pour but "l'étude et l'explication des différences qui s'observent entre les machines", elle se pose "le problème même de leur existence". Programme immense, dont Lafitte esquisse les grandes lignes en quelque soixante-dix pages, et dont il est conscient qu'il faudra l'effort soutenu de plusieurs générations pour commencer à le remplir. Mais programme dont l'avenir même

de notre espèce est l'enjeu. Car "les machines sont nous-mêmes, elles seront ce que nous saurons devenir nous-mêmes". Et plus précisément :

"Puisque les causes qui déterminent les variations dans l'organisation des machines ne se peuvent trouver que dans les variations plus ou moins lentes de l'activité humaine, ces causes, que recherche la mécanologie, et dont la détermination est le but final de cette science, sont d'ordre social.

Ainsi (...) la mécanologie est une science sociale. Science des corps organisés par l'homme, elle est une partie, extrêmement importante d'ailleurs, de la sociologie."

Voilà une conclusion que d'aucuns pourront trouver surprenante, mais qui ne doit plus surprendre ceux qui ont eu la patience de nous suivre jusqu'ici. Leibniz, Diderot, Beckmann, Reuleaux, tous les technologues dont nous avons évoqué la pensée ont insisté sur le caractère fondamentalement humain des techniques, et sur la nécessité, pour qui veut les comprendre, de les considérer comme des produits de l'esprit humain. Lafitte ne fait qu'ajouter la touche finale à leur argument. L'homme est un animal social, et quelle que soit la puissance créatrice d'un individu, elle ne fait que traduire, "à travers lui, les forces et les idées du monde environnant".

Les préoccupations de Simone Weil sont, on s'en doute, complètement différentes de celle de Lafitte. Elles sont d'ordre moral et politique avant tout, et procèdent aussi d'une vision infiniment plus pessimiste des choses. Pour S. Weil, l'oppression survit à toutes les révolutions et à tous nos efforts pour la détruire, parce que nous agissons en aveugles. Le peu que nous sachions sur la société et ses rouages ne nous est d'aucune aide pour trouver des moyens efficaces de la transformer. Mais dans cette obscurité, il y a une lueur peut-être. Car si l'oppression subsiste toujours, le désir humain de liberté subsiste aussi. Et si la liberté est un idéal inaccessible, une fiction, du moins pouvons-nous nous aider de cette fiction comme d'un <sup>outil de raisonnement</sup> ~~instrument de réflexion~~, à la manière dont un géomètre utilise la fiction d'une ligne sans épaisseur ou d'un point sans dimensions. En quoi consiste l'oppression ? En ce que

"Dans la mesure où le sort d'un homme dépend d'autres hommes, sa propre vie échappe non seulement à ses mains, mais aussi à son intelligence; le jugement et la résolution n'ont plus rien à quoi s'appliquer; au lieu de combiner et d'agir, il faut s'abaisser à supplier ou à menacer..."

A l'opposé :

"La liberté véritable ne se définit pas par un rapport entre le désir et la satisfaction, mais par un rapport entre la pensée et l'action. (...) On peut en trouver un modèle abstrait dans un problème d'arithmétique-"



tique ou de géométrie bien résolu; car dans un problème tous les éléments de la solution sont donnés, et l'homme ne peut attendre de secours que de son propre jugement (...). Une vie entièrement libre serait celle où toutes les difficultés réelles se présenteraient comme des sortes de problèmes, où toutes les victoires seraient comme des solutions mises en action. (...) Au reste toute espèce de vertu a sa source dans la rencontre qui heurte la pensée humaine à une matière sans indulgence et sans perfidie. On ne peut rien concevoir de plus grand pour l'homme qu'un sort qui le mette directement aux prises avec la nécessité nue, sans qu'il ait rien à attendre que de soi, et tel que sa vie soit une perpétuelle création de lui-même par lui-même..."

Dans cette perspective,

"le seul mode de production pleinement libre serait celui où la pensée méthodique se trouverait à l'oeuvre tout au cours du travail."

La tâche de la science serait alors "de perfectionner la technique, non pas en la rendant plus puissante, mais simplement [!] plus consciente et plus méthodique". Et "quant à l'ouvrier pleinement qualifié formé par la technique des temps modernes, il est peut-être ce qui ressemble le plus au travailleur parfait".

Il y a moins loin qu'on ne pourrait le croire entre le mode de production pleinement libre de S. Weil et l'utopie technomorphe de J. Lafitte. Mais ce n'est là qu'un de leurs points de convergence. Il y en a un second, qui nous intéresse ici davantage. Comprendre les "machines" exige que nous les considérions comme des faits sociaux, nous a expliqué Lafitte. Comprendre la société exige que nous étudions les machines, nous explique S. Weil, dans un langage il est vrai totalement différent :

"La grande idée de Marx, c'est que dans la société aussi bien que dans la nature rien ne s'effectue autrement que par des transformations matérielles. "Les hommes font leur propre histoire, mais dans des conditions déterminées." Désirer n'est rien, il faut connaître les conditions matérielles qui déterminent nos possibilités d'action; et dans le domaine social, ces conditions sont définies par la manière dont l'homme obéit aux nécessités matérielles en subvenant à ses propres besoins, autrement dit par le mode de production. Une amélioration méthodique de l'organisation sociale suppose au préalable une étude approfondie du mode de production... Seuls des êtres irresponsables peuvent négliger une telle étude et prétendre néanmoins à régenter la société; et par malheur tel est le cas partout, aussi bien dans les milieux révolutionnaires que dans les milieux dirigeants. La méthode matérialiste, cet instrument que nous a légué Marx, est un instrument vierge; aucun marxiste ne s'en est véritablement servi, à commencer par Marx lui-même."

Les progrès des sciences sociales depuis lors ne nous ont guère convaincus que mieux comprendre la société permettrait nécessairement de la mieux "régenter". A cela près, nous pouvons faire nôtre le constat et la conclusion de S. Weil. Son constat, c'est le refus des clercs (y compris

paradoxalement les marxistes) de faire une place à la connaissance des techniques, à la Technologie, dans la cité savante; nous avons tenté de comprendre les raisons de ce refus dans la première partie de cet essai, et de présenter quelques exceptions dans la seconde. Sa conclusion, c'est que tant qu'il en sera ainsi, nous n'aurons aucune chance de parvenir à comprendre les sociétés et leur histoire.

Aujourd'hui, l'intérêt et le développement dont les sciences humaines sont l'objet peut paraître comme un démenti à cette conclusion. Mais est-ce si sûr ? Ne peut-on se demander au contraire si les progrès très réels qui sont accomplis dans leurs diverses branches n'aboutissent pas en fin de compte à rendre plus gênante encore l'ignorance où nous restons sur la façon dont l'homme, ici et là, autrefois et aujourd'hui, agit sur la nature pour construire sa société ? N'y a-t-il aucun rapport entre la "crise" dans laquelle plusieurs sciences sociales reconnaissent se trouver, et le déséquilibre d'une pensée tronquée qui s'intéresse à tout, chez l'homme, sauf à ce qu'il fait de ses dix doigts ?

+  
+ +

Deux évidences, donc, au terme de ce parcours. (1) Pour devenir une science, la technologie doit devenir une science humaine. Et (2) les autres sciences humaines resteront incomplètes tant qu'il leur manquera la technologie. Il s'agit bien d'évidences, même si la classe intellectuelle refuse encore et toujours de les voir. Car il suffit à quiconque d'un minimum de réflexion et d'attention pour s'en convaincre. Et si ce parcours a été long, et parfois confus, c'est uniquement à cause des obstacles que l'aveuglement et l'ignorance des clercs y ont entassés depuis des siècles. Il est bon, après tout cela, de revenir à la limpidité coutumière d'Haudricourt :

"En première approximation, une science est définie par son objet (...). En réalité, on s'aperçoit vite que ce qui caractérise une science, c'est le point de vue et non l'objet. Par exemple, voici une table. Elle peut être étudiée du point de vue mathématique, elle a une surface, un volume; du point de vue physique, on peut étudier son poids, sa densité, sa résistance à la pression; du point de vue chimique, ses possibilités de combustion par le feu ou de dissolution par les acides; du point de vue biologique, l'âge et l'espèce d'arbre qui a fourni le bois; enfin

du point de vue des sciences humaines, l'origine et la fonction de la table pour les hommes.

Si l'on peut étudier le même objet de différents points de vue, il est par contre sûr qu'il y a un point de vue plus essentiel que les autres, celui qui peut donner les lois d'apparition et de transformation de l'objet. Il est clair que pour un objet fabriqué, c'est le point de vue humain de sa fabrication et de son utilisation par les hommes qui est essentiel, et que si la technologie doit être une science, c'est en tant que science des activités humaines."

Beckmann, Reuleaux, Espinas, Lafitte et leurs émules n'ont rien dit d'autre, et rien dit de mieux. Nous avons vu pourquoi leurs tentatives à tous ont été arrêtées : par l'indifférence d'un milieu de techniciens pour les uns, de philosophes pour les autres, qui ne trouvait nul profit à leurs recherches. Haudricourt et les autres pionniers de sa génération - Charles Parain, André Leroi-Gourhan, Maurice Daumas, Bertrand Gille - ont eu un peu, un tout petit peu plus de chance. Ils sont tous nés à la recherche, en effet, à la fin de ces années 1930, à une époque où grâce à l'évolution des idées que nous venons de voir, grâce aussi à l'accumulation de recherches érudites comme celles de Lefebvre des Noëttes, les sciences sociales en plein renouvellement s'ouvraient largement à la pensée technologique. Leur oeuvre à tous les cinq est un témoignage éclatant de la fécondité de cette rencontre. Mais ce n'est pas leur faire injustice que de revendiquer pour celle d'Haudricourt une ampleur et une originalité inégalées. Ampleur de vues du comparatiste à qui sa triple formation - d'agronome, botaniste et généticien, de linguiste, d'ethnologue - permet d'aller là où les autres ne vont pas. Et originalité du curieux sans oeillères, qui ne craint pas de s'attacher aux détails les plus minuscules ou les plus ridicules en apparence. Cette ampleur et cette originalité ont eu un coût, qui a été la dispersion de l'oeuvre, à mesure qu'elle s'écrivait, dans les publications les plus introuvables où seuls les fanatiques et les initiés se risquaient à la chercher. Ce qui en fait l'unité et la portée, c'est cette idée de la technologie comme science humaine qu'Haudricourt a exprimée mieux que quiconque. L'oeuvre d'Haudricourt est probablement la première à avoir associé aussi étroitement, aussi indissolublement, les recherches les plus minutieuses et les plus concrètes, avec une idée aussi claire et aussi générale du but à atteindre. C'est pourquoi il faut le lire, le relire, et le relire encore.

François Sigaut  
Novembre 1986

R E F E R E N C E S

- AGASSI, Joseph  
1966 "The confusion between science and technology in the standard philosophies of science", Technology and Culture, 7, 3: 348-366.
- Annales d'histoire économique et sociale  
1935 Numéro spécial sur l'histoire des techniques, 7, 36.
- ALHAZEN  
1972 Notice par A.I. Sabra, in C.C. Gillispie (dir.), Dictionary of Scientific Biography, VI, pp. 189-210.
- BABBAGE, Charles  
1826 "On a method of expressing by signs the action of machinery", Philosophical Transactions, 116, III: 250-265.
- BECKMANN, Johann  
1780 Anleitung zur Technologie. Göttingen.
- BOURDIEU, Pierre  
1979 La distinction, Critique sociale du jugement. Paris.
- CARTON, Raoul  
1981 (1923) L'expérience physique chez Roger Bacon. Paris, Vrin.
- CELLARD, Jacques  
1980 "La technologie du jeans", Le Monde, 23 mars.
- COUMET, Ernest  
1985 "Mersenne ou la naissance du mécanisme", Séminaire tenu le 11 mars au Centre A. Koyré.
- CRANACH, Mario von  
1980 Zielgerichtetes Handeln. Berne, Hans Huber.
- EAMON, William  
1983 "Technology as magic in the Late Middle Ages and the Renaissance", Janus, 70, 3-4: 171-212.
- ELIAS, Norbert  
1977 La civilisation des moeurs. Paris, Calmann-Lévy.
- ESPINAS, Alfred  
1935 (1878) Des sociétés animales. Paris, F. Alcan.  
1897 Les origines de la technologie. Paris, F. Alcan.  
1925 Etudes sur l'histoire de la philosophie de l'action, Descartes et la morale. Paris, Bossard, 2 vol.
- FERGUSON, Eugene S.  
1962 Kinematics since the time of Watt. Washington.
- FRÉMONT, Charles  
1917 Origine et évolution de la soufflerie. Paris (Etudes expérimentales de technologie industrielle, n° 50).
- FRONTISI-DUCROUX, Françoise  
1975 Dédale, Mythologie de l'artisan en Grèce ancienne. Paris, Maspéro.

- GILLE, Bertrand  
1980 Les mécaniciens grecs, La naissance de la technologie. Paris, Editions du Seuil.
- GILLE, Bertrand (dir.)  
1978 Histoire des techniques. Paris, Gallimard (Encyclopédie de La Pléiade).
- GRÉCO, Pierre  
1967 "Epistémologie de la psychologie", in J. Piaget (dir.), Logique et connaissance scientifique, Paris, Gallimard, pp. 927-991.
- GUILLERME, Jacques  
1973 "Technologie", Encyclopaedia Universalis, XV: 820-822.  
1973a Technique et technologie, Textes choisis. Paris, Hachette.
- GUILLERME, Jacques, et Jan SEBESTIK  
1966 "Les commencements de la technologie", Thalès, 12: 1-72.
- HANSEN, Bert  
1978 "Science and magic" in D.C. Lindberg (dir.), op. cit., pp. 483-506.  
1986 "The complementarity of science and magic before the scientific revolution", American Scientist, 74, 2: 128-136.
- HAUDRICOURT, André Georges  
1972 Problèmes de phonologie diachronique. Paris, SELAF.
- HAUDRICOURT, André Georges, et Mariel JEAN-BRUNHES DELAMARRE  
1955 L'homme et la charrue à travers le monde. Paris, Gallimard.
- JAOUL, Martine, et Madeleine PINAULT  
1982 "La collection 'Description des Arts et Métiers', Etude des sources inédites...", Ethnologie Française, 12, 4: 335-360.
- KOECHLIN, Bernard  
1972 "A propos de trois systèmes de notation des positions et mouvements des membres du corps humain susceptibles d'intéresser l'ethnologue", in J.M.C. Thomas et L. Bernot (dir.), Langues et techniques, Nature et société, Paris Klincksieck, II, pp. 156-184.
- KOTARBIŃSKI, Tadeusz  
1965 Les origines de la praxéologie. Varsovie, Académie polonaise des Sciences, Centre scientifique à Paris (Conférences, Fascicule 58).
- LAFITTE, Jacques  
1972 Réflexions sur la science des machines. Paris, Vrin (réimpression de l'édition de 1932, avec une préface de J. Guillerme).
- ↳ → LENOBLE, Robert  
1969 Histoire de l'idée de nature. Paris, Albin Michel.
- LÉVI-STRAUSS, Claude  
1958 Anthropologie structurale. Paris, Plon.
- LINDBERG, David C. (dir.)  
1978 Science in the Middle Ages. Chicago et Londres, The University of Chicago Press.
- PARAIN, Charles  
1979 Outils, ethnies et développement historique. Paris, Edi-

↳ LEDERMAN, L. D. "The value of fundamental science", Scientific American, 1984, 251, 5: 39-41.

- tions Sociales.
- PHILOPONUS, John (Jean Philopon)  
1973 Notice in C.C. Gillispie (dir.), Dictionary of Scientific Biography, VII.
- PIAGET, Jean  
1970 Epistémologie des sciences de l'homme. Paris, Gallimard.
- REULEAUX, Franz  
1877 Cinématique, Principes fondamentaux d'une théorie générale des machines. Paris, F. Savy. (Traduction de: Theoretische Kinematik, Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens, Brunswick 1875.)
- RONAN, C.A.  
1978-1981 The shorter Science and Civilization in China. Cambridge, The Cambridge University Press, 2 vol. (Cf. Ch. 16.)
- ROSS, Alan S.C.  
1956 "U and Non-U, An essay in sociological linguistics", in Nancy Mitford (dir.), Noblesse oblige, Harmondsworth, Penguin Books.
- SARTON, George  
1937 "Charles Frémont, historien de la technologie, 1855-1930", Isis, 27, 3 (75): 475-484.
- SCHUHL, Pierre-Maxime  
1947 Machinisme et philosophie. Paris, PUF.
- SEBESTIK, Jan  
1983 "The rise of the technological science", History and Technology, 1, 1: 25-43.
- SIGAUT, François  
1985 "More (and enough) on technology!", History and Technology, 2, 2: 115-132.
- SIMONDON, Gilbert  
1958 Du mode d'existence des objets techniques. Paris, Aubier-Montaigne.
- STOCK, Brian  
1978 "Science, technology and economic progress in the Early Middle Ages", in D.C. Lindberg (dir.), op. cit., pp. 1-51.
- STRANDH, Sigvard  
1979 Machines, histoire illustrée. Paris, Draeger.
- WEIL, Simone  
1980 (1955) Réflexions sur les causes de la liberté et de l'oppression sociale. Paris, Gallimard.
- WEISHEIPL, James A.  
1978 "The nature, scope and classification of the sciences", in D.C. Lindberg (dir.), op. cit., pp. 461-482.
- WHITE, Lynn jr.  
1962 Medieval technology and social change. Oxford, Oxford University Press.