

L'histoire des techniques : son objet, ses limites, ses méthodes

In: Revue d'histoire des sciences et de leurs applications. 1969, Tome 22 n°1. pp. 5-32.

Citer ce document / Cite this document :

Daumas Maurice. L'histoire des techniques : son objet, ses limites, ses méthodes. In: Revue d'histoire des sciences et de leurs applications. 1969, Tome 22 n°1. pp. 5-32.

doi : 10.3406/rhs.1969.2574

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rhs_0048-7996_1969_num_22_1_2574

DOCUMENTS
POUR L'HISTOIRE DES TECHNIQUES
Cahier n° 7

**L'histoire des techniques :
son objet, ses limites, ses méthodes**

C'est un lieu commun de dire que l'histoire des techniques en est à ses débuts et procède encore sans méthode à l'exploration d'un domaine mal défini. Dans sa présente diversité elle va de la biographie anecdotique à l'histoire économique pure, en passant par l'histoire événementielle des inventions et de leur destin et la description technique des procédés et des machines. Cela ne forme pas une discipline très cohérente et toujours égale à elle-même.

Depuis que Lucien Febvre et Marc Bloch ont publié le numéro spécial des *Annales d'histoire économique et sociale* portant le titre « Les techniques, l'histoire et la vie » (1), les différents aspects de l'histoire des techniques ont fait l'objet de nombreux travaux, mais peut-on dire que celle-ci a nettement défini son objet, ses limites et ses méthodes ? En 1935, Lucien Febvre se posait la question suivante : « Qu'est-ce que faire l'histoire des techniques ? » Il assignait à celle-ci les trois tâches suivantes. Premièrement constituer une histoire technique des techniques : « Œuvre de techniciens nécessairement, sous peine d'erreurs graves, de confusions forcées, de complète méconnaissance des conditions générales d'une fabrication. » Deuxièmement, évaluer la « part de la science dans l'invention technique (et l')insertion de l'invention technique dans la série des faits scientifiques. » Enfin, troisièmement, replacer l'activité technique au sein des autres activités humaines.

C'est la réunion de ces trois chapitres, écrivait Lucien Febvre,

(1) *Annales d'histoire économique et sociale*, n° 36, 30 novembre 1935.

qui forme l'histoire des techniques, et il précisait dans quelles conditions chacun d'eux pourrait être écrit et l'ensemble constitué. Par exemple pour le premier d'entre eux il ajoutait : « Mais œuvre de techniciens ne s'enfermant ni dans leur époque, ni dans leur territoire. » Et pour l'édification de l'ensemble il montrait vigoureusement qu'une histoire comme celle des techniques « suppose le zèle convergent de techniciens curieux de leur technique et de son passé, mais qui peuvent être artisans, ingénieurs, chimistes, etc. ; de savant connaissant l'histoire de leur science (en attendant que soient formées des équipes d'historiens des sciences solidement armés et équipés pour leur rude tâche) ; d'historiens proprement dits enfin : historiens des civilisations à l'esprit synthétique ; tous devant collaborer ensemble sous peine de voir leur travail demeurer insuffisant et sans portée. »

Et il ajoutait : « Mais collaborer, qu'est-ce ? »

Nous pourrions aujourd'hui nous poser à nouveau la même question. Bien que datant de trente-cinq ans déjà, le schéma descriptif de l'histoire des techniques dressé par Lucien Febvre conserve toute sa valeur. Et chacun, selon ses compétences, s'est mis à défricher une partie du chapitre qui lui convenait. Les monographies, les biographies, les recherches spécialisées se sont multipliées. Mais il ne semble pas que chaque catégorie de spécialistes ait fait un effort pour sortir de son domaine propre, de son époque et parfois de son pays.

L'histoire technique des techniques a souffert de la technicité, et souvent de la nationalité de ses auteurs. Chaque sujet, pris en lui-même, est rarement rattaché aux autres domaines techniques dont il était dépendant et à l'époque dans laquelle il s'est développé. « Chaque époque a sa technique, et cette technique a le style de l'époque. » Cette phrase primordiale de Lucien Febvre reste ignorée généralement des techniciens qui se veulent historiens. L'influence de la nationalité est telle que des histoires parallèles d'une époque comme le XVIII^e siècle ou d'un domaine technique comme celui de la construction des routes et des ponts aux XVIII^e-XIX^e siècles, de l'apparition de l'automobile, du cinéma, de la radio, peuvent être totalement différentes selon qu'elles sont écrites dans un pays ou dans un autre.

Abondance de documentation, dépouillement insuffisant de l'information, phénomène de convergence des efforts de création technique sur des sujets qui sont « dans l'air » un peu partout en

même temps. On peut invoquer de nombreuses causes à ces « incidents de parcours » en excluant la mauvaise foi chauvine dont tout chercheur est protégé par définition. Il n'en reste pas moins que le technicien qui devient historien n'est d'abord, dans sa propre histoire, qu'un autodidacte, et fait preuve d'une certaine naïveté dans la connaissance des faits historiques et dans leur interprétation.

Mais comment l'histoire des techniques pourrait-elle se passer de la collaboration des techniciens pour établir des faits indiscutables ? En fait, c'est encore peut-être le problème le plus urgent d'établir une histoire technique des techniques sur laquelle tout le monde soit d'accord.

Nous en sommes loin. D'abord parce que, comme nous l'avons dit plus haut, l'histoire faite par le technicien n'est pas toujours irréfutable. Ensuite, parce que le domaine général de l'histoire des techniques, dans son ensemble, est loin d'avoir été systématiquement exploré comme l'ont été, par exemple, ceux de l'histoire politique, de l'histoire militaire, de l'histoire des religions ou de l'histoire de l'art. On s'y est mis plus tard, mais ce retard n'explique pas tout. Les difficultés sont plus nombreuses. Les principales tiennent soit à l'abondance des sources et de la documentation, soit à son insuffisance.

Cette abondance est accablante dès qu'on dépasse le milieu du XIX^e siècle pour traiter de la période contemporaine : multiplication des documents originaux tels que les brevets de tous les pays ouverts à l'industrialisation, des pièces manuscrites et des archives familiales ou d'entreprises ; prolifération des périodiques et de la littérature techniques. En outre faut-il tenir compte que les textes imprimés ont subi souvent de la part de leur auteur une distorsion, involontaire ou imposée, par rapport à la vérité historique. Cela s'explique par le fait que les grandes firmes qui ont industrialisé certains produits n'ont pas tout laissé publier, et la plupart d'entre elles, étant devenues de fortes puissances économiques, orientent de leurs poids l'historique publié *a posteriori* des faits qui les concernent.

L'abondance des sources est aussi une difficulté qui se rencontre dans les recherches sur l'histoire des techniques dans certaines civilisations anciennes. Les innombrables tablettes mésopotamiennes connues n'ont jamais été systématiquement dépouillées dans ce but ; il en est de même du matériel documentaire sur la

civilisation égyptienne, sur les civilisations du Sud-Est asiatique ou des civilisations précolombiennes de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud. Le champ de travail des archéologues est encore immense à ce point de vue et tant qu'il n'aura pas été couvert dans sa majeure partie, nous en resterons réduits aux simples conjectures sur les problèmes essentiels des foyers initiateurs et des transmissions des acquisitions à la surface du monde.

Entre ces deux périodes extrêmes ce n'est plus l'abondance des sources, mais parfois la pénurie qui constitue une difficulté. L'histoire du harnachement du cheval de selle et de l'attelage du cheval de trait en est un exemple caractéristique. On peut en citer un grand nombre d'autres pour diverses époques. Il flotte une incertitude sur les circonstances de l'apparition des instruments d'optique composés, de l'utilisation du charbon de terre dans l'industrie, du XVII^e siècle au dernier quart du XVIII^e, des origines exactes de la machine à vapeur et de la création de la machine de Newcomen qui ne sera sans doute jamais dissipée, des origines de la mécanique horlogère, etc.

Le deuxième chapitre de l'histoire des techniques identifié par Lucien Febvre est celui des rapports des sciences et des techniques, c'est-à-dire de l'histoire des sciences et de l'histoire des techniques. Il devrait faire l'objet de très longues réflexions qu'il est impossible de développer ici. C'est un problème non seulement historique mais encore d'une actualité de plus en plus pressante. Les positions sont extrêmes. Bertrand Gille distingue dans l'évolution du processus un « saut des intermédiaires » qui se traduit par la disparition de l'invention puis de l'innovation en tant qu'entités distinctes, le stade scientifique débouchant directement sur le stade industriel (1). Trois auteurs américains écrivent au contraire : « La théorie selon laquelle l'innovation technique sort, directement et uniquement, d'un progrès de la science pure ne rend compte ni fidèlement ni totalement du déroulement de l'invention moderne. Comme au cours des trois derniers siècles, il y a une stimulation réciproque des deux, chacun ayant son élan propre et son potentiel propre » (2). Peut-être s'agit-il d'une mise au point

(1) Bertrand GILLE, Note sur le progrès technique, *Revue d'histoire de la sidérurgie*, t. VII, 1966, 3.

(2) J. JEWKES, D. SAWERS, R. STILLERMAN, *L'invention dans l'industrie*, Paris, 1966 ; éd. anglaise, 1958.

de la terminologie utilisée par les auteurs qui traitent de la période contemporaine. Nous reviendrons sur ce problème un peu plus loin dans le cours de cet article lorsque nous examinerons l'influence de l'histoire économique et du développement des sciences économiques modernes sur l'histoire des techniques.

Les historiens des sciences ont apporté au cours des trente dernières années une contribution précieuse à l'histoire des techniques contemporaines. Il s'agit de ces techniques dont le développement (ou l'évolution) est étroitement dépendant de leur contenu scientifique. Mais on doit bien constater que pour les époques antérieures, approximativement jusqu'au milieu du XIX^e siècle, l'histoire des sciences a été d'une faible utilité à l'histoire des techniques, si elle ne lui a pas été défavorable. Elle a plutôt contribué à donner du crédit à cette notion généralement répandue que le progrès des techniques a toujours été commandé au cours des siècles par celui des sciences, ce qui est une contrevérité (1). Les historiens des sciences ont, eux aussi, négligé ce conseil de Lucien Febvre : collaborez, et la réponse qu'il a donnée à sa question : Mais collaborer, qu'est-ce ? : « Collaboration, oui : autour du problème à étudier, et que chaque collaborateur doit étudier pour sa part, sans doute — mais avec obligation de confronter ensuite les résultats par lui obtenus, les idées par lui dégagées avec les résultats et les idées obtenus dans les mêmes conditions par les coopérateurs du grand œuvre. »

Ce défaut de collaboration, malgré de bonnes intentions, a donc pour effet de laisser subsister une imprécision, sinon une incompréhension à l'égard de ce problème fondamental des rapports des sciences et des techniques. Il en résulte que l'histoire technique des techniques est peu connue des historiens des sciences et que le technicien qui étudie l'histoire de son domaine ne reçoit aucune aide positive de ces derniers. Un exemple entre autres peut faire sentir l'importance de ces lacunes ; il s'agit des rapports des mathématiques, de la mécanique théorique et de la thermodynamique naissante avec les progrès de la mécanique appliquée et les premières étapes des moteurs thermiques entre la fin du XVII^e siècle et le milieu du XIX^e siècle. Une étude de ce sujet,

(1) Il est significatif que le périodique français publiant nos travaux, et qui a été créé par des historiens des sciences à une époque où l'histoire des techniques était à peu près inexistante en France, porte encore le titre de *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*.

commencée il y a deux ans dans le séminaire de Pierre Costabel, en a révélé la richesse et la mesure de son ignorance profonde jusqu'à présent.

Jusqu'à ce que de semblables recherches collectives soient suffisamment développées, l'histoire des techniques souffrira d'une certaine attitude d'esprit que l'on retrouve aussi bien chez le technicien que chez le scientifique. Balançant d'une façon assez scolaire les termes de science et de technique, chacun s'efforce de les associer ou au contraire de les opposer dans des confrontations confuses. Il existe peut-être une méthode de compréhension réciproque qui aurait de fructueuses conséquences ; celle-ci consisterait à prendre en considération un domaine nouveau d'activité créatrice dans lequel sciences et techniques sont si étroitement associées qu'il est difficile de faire la part de ce qui revient aux unes et aux autres. Le terme de technologie pourrait servir à désigner ce domaine, de plus en plus important à mesure que s'achève le XIX^e siècle et que se déroule le XX^e. L'étude des rapports science-technologie-technique se substituerait à celle des rapports directs science-technique (1). Une difficulté subsiste ; en français le terme de technologie n'a pas encore une signification absolue. Les travaux poursuivis ces dernières années par Georges Canguilhem et ses élèves sur les commencements et les développements de la technologie (2) font espérer que cette incertitude est en voie de disparaître. Il n'en restera pas moins que l'équivalent anglais, *technology*, englobe à la fois les termes français technique et technologie.

En ce qui concerne le troisième chapitre ouvert par Lucien Febvre et Marc Bloch, on peut faire deux constatations. D'une part l'appel a été entendu, d'autre part l'environnement actuel de l'histoire générale a transformé les conditions dans lesquelles ce troisième chapitre pourrait s'écrire.

Les historiens des civilisations ont fait preuve depuis trente-cinq ans d'une grande bonne volonté. L'exemple donné par Marc

(1) J'ai développé cette proposition dans : Rapport entre les sciences et techniques : étude générale du point de vue de l'histoire des sciences et des techniques, *Revue de synthèse*, n° 25, 1962, et : Les relations entre le progrès des sciences et celui des techniques, *Organon*, n° 1, 1964.

(2) *Thalès*, année 1966. Travaux des séminaires de l'Institut d'Histoire des Sciences des années universitaires 1963-1964 et 1964-1965.

Bloch a été suivi avec un zèle louable, et nous n'ignorons plus rien des moulins à eau qui ont fonctionné un peu partout pendant quelques siècles, si ce n'est, d'une façon générale, quelle était la nature même de ces moulins : roue horizontale ou roue verticale et dans ce dernier cas roue en dessous, en dessus ou de côté, ou bien encore rouet à impulsion, et quels étaient les dispositifs de transmission de la roue à la meule ou à la scie. En vérité nous n'en voyons la représentation exacte que très tardivement, à l'époque des premiers traités imprimés et des premiers bois gravés. Avant le ^{XVI^e} siècle, quelques croquis dans les manuscrits d'ingénieurs suggèrent une certaine filiation bien que plusieurs d'entre eux, comme celui de la scie à roue hydraulique de Villard de Honnecourt, soient manifestement erronés. Ce n'est qu'à la fin du ^{XV^e} siècle que les dessins de Francesco di Giorgio Martini sont assez précis pour fournir une information dépourvue d'ambiguïté sur la constitution des mécanismes (1).

Si l'on a pu prendre conscience de l'importance économique croissante des moteurs hydrauliques au cours des quinze premiers siècles de notre ère, le fait technique est resté mal connu. C'est ainsi que les problèmes du perfectionnement du moteur hydraulique classique sont généralement ignorés des historiens des civilisations. Lorsque ceux-ci parlent de la roue hydraulique au ^{XVIII^e} siècle, qui était connue depuis Vitruve, disent-ils, ils la considèrent comme une source d'énergie insuffisante et déjà périmée. De là à mésestimer l'importance économique de l'énergie hydraulique pendant tout le cours du ^{XIX^e} siècle, à ignorer les efforts efficaces de perfectionnement de cette époque, efforts dans lesquels le calcul mathématique prend une place bien plus importante que dans la transformation de la machine à vapeur atmosphérique en machine rotative, à considérer l'invention de la turbine de Fourneyron et de celle de Pelton dans une perspective fausse, il n'y a qu'un pas qui est trop souvent et trop légèrement franchi ; en toute innocence d'ailleurs.

Notre connaissance insuffisante de l'histoire technique des techniques peut en partie justifier des distorsions de cet ordre que l'on constate trop souvent lorsque l'histoire générale s'empare de l'histoire des techniques. Mais comment peut-on expliquer que des erreurs manifestes, sans cesse relevées, continuent à être

(1) Bertrand GILLE, *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris, 1964.

propagées par les historiens les plus consciencieux et souvent les plus renommés. Combien de fois avons-nous vu Denis Papin descendre la Veser sur un bateau à vapeur, Jouffroy d'Abbans équiper le sien d'une machine à double effet, le fardier de Cugnot se briser contre un mur. Combien de fois le génie créateur de Léonard de Vinci a-t-il été rendu seul responsable de toutes les inventions du xv^e siècle, et des autres. Combien de fois Beau de Rochas a-t-il « inventé » le moteur à quatre temps.

On est stupéfait de trouver des erreurs plus graves de dates qui ne sont pas sans conséquences sur le raisonnement d'auteurs qui les font. J. U. Nef, négligeant de vérifier ses sources, fait annuler en 1785 les brevets de Watt en même temps que ceux d'Arkright et considère cette date comme une date critique (1) ; tout le monde sait qu'au contraire la reconduction des brevets de Watt en 1775, pour vingt-cinq ans, a stérilisé l'évolution des machines à vapeur jusqu'à la fin des guerres de l'Empire. Le passage suivant de Mumford est d'autre part caractéristique des libertés que prend cet autre auteur avec l'histoire : « Si le xii^e siècle a vu l'introduction du compas de navigateur, le xiii^e siècle a apporté le gouvernail permanent, utilisé à la place de la godille, et le xv^e siècle a introduit l'usage de la montre pour déterminer la longitude, du quadran pour déterminer la latitude. La roue à aubes — qui ne devait prendre de l'importance qu'au xix^e siècle — fut sans doute inventée dès le vi^e siècle, et mise au point en 1410 si elle fut utilisée plus tard » (2). C'est avec une telle imprécision des termes et une telle désinvolture à l'égard de l'histoire des techniques que l'auteur s'est proposé de répondre aux questions qu'il se pose lui-même dès les premières lignes : « Depuis un millénaire, les fondements matériels et les formes culturelles de la civilisation occidentale ont été profondément modifiés par le développement du machinisme. Comment cela s'est-il produit ? Où cela s'est-il passé ? Quelles furent les principales causes de cette transformation radicale du milieu et du genre de vie ? Quel était le but poursuivi ? Quels furent les méthodes et les moyens employés ? Quelles valeurs inattendues sont nées de ce phénomène ? »

(1) J. U. NEF, *Regard nouveau sur la révolution industrielle*, in *La route de la guerre totale*, Paris, 1949, p. 28.

(2) Levis MUMFORD, *Technique et civilisation*, Paris, 1950, p. 115. On pourrait relever autant de passages de cette veine que de pages du volume.

On est attristé à l'idée que, loin de sombrer dans le ridicule, ce fatras de lieux communs, d'affirmations incontrôlées (« les arts mécaniques progressèrent à mesure que les arts humains faiblissaient et s'éloignaient », p. 107) et d'erreurs historiques est passé pour une œuvre originale.

La traduction française a connu deux éditions. C'est ainsi qu'un vaste public non prévenu a pris contact pour la première fois, et peut-être pour la seule fois, avec une certaine histoire des techniques, celle qui veut dominer les faits et donner une interprétation du passé et du présent de notre civilisation.

Certes, tous les historiens des civilisations sont loin d'être tombés dans des travers aussi affligeants. Il n'en reste pas moins que la collaboration prônée par Lucien Febvre ne s'est pas encore établie entre eux et les historiens des techniques d'une façon satisfaisante. Mais déjà d'autres disciplines se sont développées depuis trente-cinq ans, qui soulèvent des problèmes nouveaux ; il s'agit de l'histoire économique, des sciences économiques et de leur histoire, auxquelles il convient d'ajouter l'histoire sociale et les sciences humaines en général. Pour aussi différents que soient le contenu et les méthodes des unes et des autres, elles ont des rapports avec l'histoire des techniques tout aussi proches que ceux de l'histoire des sciences (disons des sciences dites exactes pour éviter toute ambiguïté) et de l'histoire des civilisations avec elle.

Cependant ces rapports sont quelque peu différents tout au moins pour les disciplines qui traitent des faits et de la pensée économique dans le passé ou dans l'époque présente.

L'histoire économique inclut autoritairement l'histoire des techniques dans son sein. Elle prend celle-ci dans l'état où elle se trouve naturellement et marchant à grands pas lui impose sa méthode d'analyse et ses grands thèmes d'interprétation. Parmi ces thèmes, il en est un au moins qui pourrait bien constituer une contrainte stérilisante pour l'histoire des techniques, c'est celui des révolutions industrielles.

Ce concept paraissait être jusqu'au milieu du xx^e siècle une excellente interprétation des phénomènes qui ont perturbé, à une certaine époque, le processus d'industrialisation de notre civilisation. Déjà, dans sa conception classique, la révolution industrielle ne parvenait pas à se situer dans un intervalle de temps bien défini. Mantoux la place dans les quarante dernières années

du XVIII^e siècle, suivant en cela les économistes et sociologues du XIX^e siècle dont John Stuart Mill, Engels et Marx ; la première édition du livre de Mantoux est parue en 1906. T. S. Ashton et d'autres auteurs plus récents reculèrent ensuite la fin de la révolution industrielle jusqu'à 1830 et même au-delà ; en formulant des idées nouvelles sur l'évolution sociale en Angleterre, Ashton accorde plus d'importance aux premières décennies du XIX^e siècle qu'aux dernières du siècle précédent.

Dès 1943, J. U. Nef critiquait cette conception classique de la révolution industrielle (1) ; il reprit à plusieurs reprises ce thème, développant l'idée d'une première révolution industrielle se situant entre 1560 et 1660 et marquée par le déclin de la puissance économique de l'Espagne et l'affirmation de celle de l'Angleterre (2).

Dans le premier des textes cités, Nef écrit : « S'il fallait garder l'expression de « révolution industrielle » pour désigner le XVIII^e siècle, comment pourrait-on distinguer cette époque d'une époque suivante pendant laquelle le progrès industriel devint si rapide d'allure, si mécanique de nature, si mondial d'étendue ? » D'autres historiens se sont également posé cette question. Certains y ont répondu en dégageant la notion d'une seconde révolution industrielle qu'ils placent entre 1850 et 1880.

Cette période correspond à la fois à un mouvement d'expansion économique, favorisé en France, par exemple, par la création des grandes banques de crédit, et à un renouvellement de certaines techniques de base, en particulier celles concernant la fabrication de l'acier, la production d'énergie et les procédés de l'industrie chimique. Mais, alors, la question de Usher reste posée et certains y répondent en considérant que cette seconde révolution n'est pas encore à son terme et que nous sommes en train d'en vivre une phase. Préfagçant un ouvrage posthume de H. Pasdermadjian, dans lequel l'auteur soutient à peu près ce point de vue et se demande si nous ne sommes pas au début d'une troisième révolution, celle de l'énergie nucléaire, de l'électronique, de la cyber-

(1) J. U. NEF, *The industrial Revolution reconsidered*, in *Journal of Economical History*, 1943.

(2) J. U. NEF, *Regard nouveau sur la révolution industrielle*, in *La route de la guerre totale*, Paris, 1949.

La naissance de la civilisation industrielle et le monde contemporain, Paris, 1954. Il semble avoir « essayé » son idée dans un court chapitre du premier ouvrage, considérant la période du XVI^e-XVII^e siècle comme une sorte de pré-révolution et parlant encore de « la révolution industrielle proprement dite ». Puis il l'affirme dans le second ouvrage.

nétique, André Siegfried écrivit : « A la vérité, il s'agissait toujours de la même révolution industrielle (la première) continuant son cours, mais à la section plus spécialement mécanique succédait une section différente, celle de l'organisation » (1).

Cette idée, formulée en passant par André Siegfried, a été développée par d'autres auteurs, en particulier par Max Pietsch qui ne voit pas de solution de continuité depuis le XVIII^e siècle à nos jours, « de l'invention de la machine à vapeur à l'automation et à la fission de l'atome » (2). C'est également, semble-t-il, la conception de Usher, comme nous l'avons dit.

Elle est encore plus évidente lorsqu'on considère les travaux qui ont essayé d'accréditer la notion de révolution industrielle comme phénomène national. Appliquée à l'évolution des techniques industrielles et de l'économie aux États-Unis, elle devient inadéquate. Les facteurs qui ont contribué à faire des États-Unis le deuxième pays producteur au monde, après la Grande-Bretagne et assez loin derrière elle, dès le milieu du XIX^e siècle, sont d'une nature tout à fait différente de ceux qui ont provoqué la fameuse révolution industrielle anglaise. En ce qui concerne la France si, avec Arthur L. Dunham, on considère que la révolution industrielle s'est effectuée pendant les régimes politiques de la Restauration et de la Monarchie de Juillet, on débouche chronologiquement tout de suite sur la seconde révolution que l'on fait en gros coïncider avec le Second Empire. Il n'y a donc pas de solution de continuité et on ne voit pas pourquoi l'on distingue une révolution de l'autre.

Le concept de révolution industrielle prend donc des contours de plus en plus vagues à mesure que nous avançons nous-mêmes dans notre XX^e siècle et que l'évolution dont nous sommes les témoins nous aide à réexaminer avec des yeux neufs l'évolution du siècle précédent qui a tellement étonné ceux qui alors en étaient les témoins. Ce concept est de plus en plus gênant pour l'histoire des techniques parce qu'il centre toujours l'attention sur certains thèmes qui n'ont une apparence globale que s'ils sont étudiés sous leur aspect économique. Les chemins de fer et la machine à vapeur, la production sidérurgique et la production textile sont les principaux de ces thèmes. Pour l'historien des techniques, ils devraient se subdiviser en plusieurs thèmes partiels dont un certain

(1) H. PASDERMADJIAN, *La deuxième révolution industrielle*, Paris, 1959, p. xi.

(2) Max PIETSCH, *La révolution industrielle*, Paris, 1963 ; éd. allemande, 1961.

nombre sont communs aux thèmes principaux, tels que la chaudronnerie, la robinetterie, la fabrication des conduites métalliques, la construction mécanique et particulièrement la construction et l'utilisation des machines-outils, industries de base dont dépend tout le processus de développement des grandes innovations industrielles du siècle telles que les chemins de fer ou l'emploi des produits ferreux. On s'apercevrait sans doute que l'évolution de chacune de ces industries de base, qui sont tellement négligées, conditionnait également l'apparition et les progrès d'autres domaines industriels qui n'ont pas été pour peu dans le processus général d'industrialisation du XIX^e siècle, par exemple celui de la grande industrie chimique minérale et organique, de la production du gaz d'éclairage. Enfin on pourrait préciser, par la même méthode d'analyse, quels ont été les facteurs techniques qui ont déterminé l'apparition de l'électrotechnique et de la mécanique de précision, avec la construction des télégraphes électriques, puis des machines à coudre, des moteurs à explosion, des machines à écrire, etc. On aperçoit ainsi tout ce que l'histoire des techniques pourrait gagner si elle prenait un peu de champ à l'égard de ce concept contraignant pour elle de révolution industrielle.

Il reste l'influence des sciences économiques actuelles sur l'histoire des techniques. Ce qui précède montre que cette influence n'est pas nouvelle. Mais au cours des quarante dernières années, et plus particulièrement depuis la dernière guerre, elle s'est faite plus pesante. Comme on le sait ces sciences évoluent rapidement et, pour ce qui nous intéresse, les théories de la dynamique économique comptent parmi les plus galopantes de l'heure. Naturellement, cette dynamique s'étaye sur l'étude de phénomènes proches ou lointains dans le temps et de leur évolution. Nous sommes ainsi devant une littérature abondante qui ne laisse percevoir que le reflet des faits techniques à travers les faits et la pensée économique. Cette littérature qui emploie, souvent à bon escient, certains exemples de processus de la création technique propre, ne décrit pas ce processus ; elle ne le voit, et ne le laisse apercevoir qu'à travers ses effets économiques ou socio-économiques.

Pour son objet propre la science économique arrive à ses fins, mais l'utilisation de plus en plus abondante de l'évolution technique sous-jacente donne l'illusion qu'il s'écrit ainsi une histoire des techniques qui ne peut être faite par d'autres moyens, et

qui se suffit à elle-même. A la limite on en arrive à nier le fait technique en tant que tel, souvent parce qu'on ne le connaît pas d'une façon satisfaisante.

« Il n'est bien entendu pas question de conférer à la technique une autonomie par laquelle elle progresserait selon des tendances inéluctables et prédéterminées. Son évolution ne peut être totalement comprise qu'en regard des besoins, inscrits dans l'Histoire, et des visées techniques qui en sont les médiatrices » (1). Cette phrase de J.-L. Maunoury est très révélatrice d'une position qui met l'histoire technique des techniques en infériorité par rapport à leur histoire économique.

On se méprendrait en pensant qu'il s'agit ici d'une protestation de préséance. L'ouvrage de Maunoury est, dans la littérature présente, un de ceux qui peuvent suggérer des réflexions et des méthodes de pensées les plus efficaces à l'historien des techniques, qui peuvent lui permettre de sortir du monde clos dans lequel il se confine trop facilement. Mais il est aussi un de ceux qui posent le problème de l'objet personnel et des limites propres de l'histoire des techniques.

On peut se demander en effet si l'historien des techniques ne tirerait pas le meilleur profit à inverser la proposition fondamentale formulée par Maunoury. Pourquoi les besoins seraient-ils toujours inscrits dans l'Histoire avant les moyens ? Dans quelle mesure les moyens n'ont-ils pas fait naître eux-mêmes les besoins ? Certes une novation technique n'a connu son épanouissement et n'a donné naissance à une lignée (2) que dans la mesure où elle s'est trouvée satisfaire des besoins. Mais ces besoins étaient-ils pré-établis ? On peut le démontrer sans ambiguïté pour certains exemples historiques de grande importance tels que le complexe extraction minière - machine à vapeur - sidérurgie aux XVIII^e-XIX^e siècles. Mais la réponse peut être inversée dans un grand nombre d'autres cas, comme la télégraphie électrique et l'électrométallurgie.

Ne peut-on considérer que la découverte de l'électromagnétisme et son application immédiate à la transmission des signaux ont fait

(1) Jean-Louis MAUNOURY, *La genèse des innovations. La création technique dans l'activité de la firme*, Paris, 1968.

(2) Le terme est repris par MAUNOURY, d'après G. SIMONDON, *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris, 1958, et utilisé fort heureusement pour l'étude de l'évolution des moteurs thermiques du XVIII^e siècle à nos jours.

naître un besoin de l'accélération des informations ? Dans le second cas le procédé de Hall et Hérault pour la production de l'aluminium a fait naître un besoin d'utilisation industrielle des métaux légers. On pourrait en dire autant, pour la période contemporaine, des radiocommunications, de l'énergie nucléaire, des engins spatiaux. Dans tous ces domaines, la technique a devancé les besoins. Si elle n'avait pas fourni les matériaux ou les procédés, l'économie s'en serait passée. L'opinion contraire est fortement influencée par une illusion que dénonce Jewkes, Sawers et Stillerman : « On prétend que la technologie est maintenant si polyvalente et offre tant de cheminements techniques différents pour aboutir à la solution d'un problème donné, qu'une fois qu'un besoin général s'est manifesté de façon évidente, on peut assurer avec certitude qu'il sera satisfait » (1). En fait ce ne sont pas les besoins qui ont stimulé et qui stimulent la créativité technique, mais les perspectives de profit. Si ces perspectives se manifestent à la suite de la création de moyens nouveaux, les « entrepreneurs », du type défini par Schumpeter, font naître le besoin.

Gilbert Simondon a exprimé, sous une autre forme et dans un autre contexte, une idée qui vient corroborer ce qui précède : « Au niveau industriel, l'objet a acquis sa cohérence, et c'est le système des besoins qui est moins cohérent que le système de l'objet ; les besoins se mouent sur l'objet technique industriel qui acquiert ainsi le pouvoir de modeler une civilisation » (2).

A ce propos on doit souligner que l'analyse économique ne suffit pas à faire comprendre seule l'évolution des techniques. On pensera à toutes les grandes créations qui, au moment où elles sont apparues et au moment où elles ont été exploitées, ne répondent pas à des objectifs économiques immédiats, mais à des objectifs politiques ou militaires ; celles qui sont citées plus haut en sont les meilleurs exemples. L'influence des opérations militaires sur l'évolution des techniques est devenue pour celle-ci un facteur primordial dès la seconde moitié du XIX^e siècle en Europe et aux États-Unis. Naturellement on pourra invoquer les buts économiques des guerres civiles ou internationales pour justifier la primauté des besoins économiques sur les moyens

(1) Ouvrage cité, p. 210.

(2) G. SIMONDON, ouvrage cité, p. 24.

techniques, mais alors on emprunterait une voie bien détournée en ignorant la complexité du phénomène.

Quoi qu'il en soit, en rappelant qu'il n'est pas question de nier que l'évolution des techniques ne peut se comprendre que si elle est replacée dans son contexte historique général, il est permis de penser que la tâche originale de l'histoire des techniques consiste justement à mettre en évidence la logique propre de l'évolution des techniques. Celle-ci en effet s'effectue avec une logique interne (1) qui est un phénomène bien distinct de la logique d'évolution de l'histoire socio-économique. On peut le montrer pour presque toutes les périodes et presque tous les épisodes de la création technique. Les relations étroites de l'extraction minière, de la machine à vapeur, de la production de la fonte au coke, sont un exemple des plus classiques. L'étude des filiations horizontales ou verticales en apporte une confirmation. Par exemple de la distillation du coke à la fabrication du gaz d'éclairage, de celle-ci à la préparation des colorants artificiels, et à la réalisation des moteurs à explosion, il existe une filiation logique évidente. On retrouve celle-ci lorsqu'on étudie l'influence des machines à vapeur sur la morphologie des premiers moteurs à gaz et des moteurs électromagnétiques de Froment.

La recherche de cette logique interne de l'évolution technique peut seule débarrasser l'histoire technique des techniques de son caractère d'histoire événementielle qui l'imprègne encore si fortement. Elle peut seule la mettre en état d'apporter une contribution efficace à l'histoire générale de notre civilisation, et plus particulièrement à l'histoire économique.

Pour surmonter ainsi ses propres insuffisances et se dégager de l'emprise trop lourde de disciplines voisines, l'histoire des techniques doit encore élaborer des méthodes d'investigation et d'analyse lui permettant de poursuivre efficacement ses objectifs.

Nous passerons ici très rapidement sur le collationnement des informations et les moyens de documentation. Il est bien certain que l'histoire des techniques ne peut prétendre parvenir à des notions générales que si elle adopte des moyens efficaces de dépouillement de toutes les sources originales dont elle dispose abon-

(1) Maunoury parle de la logique interne de l'évolution d'une lignée (ouvrage cité, p. 56). La même conception devrait être étendue à l'évolution de l'ensemble des techniques.

damment ; pour cela il lui faudra utiliser les possibilités de l'informatique appliquées à la documentation. C'est un problème d'équipement et de financement sur lequel nous n'insisterons pas.

D'autres problèmes méthodologiques doivent être résolus qui commanderont l'utilisation de la documentation mécanisée. Il s'agit d'un problème de vocabulaire étroitement lié à un problème de notions. C'est une recherche constante qui doit se poursuivre en même temps que la recherche documentaire et pour laquelle il ne semble pas qu'il existe dès à présent une politique bien définie.

Le problème du vocabulaire nous est posé par celui des sciences économiques modernes et pour les raisons que j'ai évoquées plus haut. En effet dans la mesure où l'histoire des techniques emprunte son vocabulaire aux sciences économiques, il convient que les termes utilisés aient la même signification pour tous. Nous en sommes loin.

On connaît les longues controverses sur le sens des mots découvertes et inventions ; ouvertes depuis longtemps elles ne sont pas encore épisées. L'une des dernières opinions exprimées à ce sujet est celle de Maunoury (1) ; analysant les événements scientifiques et les événements techniques, il s'étonne de l'abandon progressif du terme découverte alors que invention continue à être employé : « On devrait alors logiquement abandonner le terme « invention », ou bien opposer « invention scientifique » à « invention technique ». » Les termes recherche pure, remplacé aujourd'hui par recherche fondamentale, et recherche appliquée auquel se substitue recherche industrielle ont également des définitions imprécises.

Mais la confusion n'est pas moins embarrassante dans l'emploi des termes invention et innovation. On dira que Schumpeter a tranché la question au début de ce siècle ; il n'en reste pas moins que le terme invention est employé pour désigner des événements techniques les plus dissemblables : est-ce que Newcomen ou Watt ont inventé la machine à vapeur, ou doit-on considérer avec plus de raison que les différents types de machines à vapeur sont le résultat d'une série d'inventions convergentes ? Que signifie le terme invention lorsqu'il est appliqué à la roue hydraulique ou

(1) Ouvrage cité, p. 218.

à la turbine de Fourneyron, aux chemins de fer, à l'aviation, à la pile atomique ? Bien peu d'auteurs sont sensibles à de telles subtilités.

Quant au terme d'innovation, il évolue dans la littérature économique moderne avec une telle rapidité que l'on peut presque dire que chaque auteur lui donne une signification personnelle. Toute tentative de définition précise prête à discussion. « Comment peut-on parler de « l'invention de la radio », de « la télévision », de l' « automobile » par exemple ? On peut en parler comme « innovation » car les pièces détachées ne sont pas apparues séparément sur le marché. En parler comme « invention » conduit à d'abusives simplifications de processus » (1). On est bien d'accord avec Maunoury pour employer dans ces cas le terme innovation, mais on ne peut pas s'empêcher de penser que les pièces détachées sont bien apparues séparément sur le marché ; pour l'automobile par exemple, il y a eu d'abord le différentiel, puis le caoutchouc vulcanisé, puis le moteur à explosion, puis le carburateur, etc. Maunoury lui-même relève que le terme d'innovation tend à être abandonné et qu'on lui substitue des expressions comme « changement technique » ou « changement technologique » (2). Il est vrai que ceci se passe dans un contexte plus économique que technique, mais si l'histoire des techniques s'empare de l'innovation au moment où les économistes l'abandonnent quelques difficultés nouvelles se préparent.

Bertrand Gille a commencé à cerner le problème en essayant de différencier plusieurs types d'innovation : de compensation, marginale, structurelle, de type global (3). Mais on saisit tout de suite les difficultés d'une compréhension complète entre les auteurs lorsqu'on constate qu'il range le soufflage d'air chaud dans les hauts fourneaux parmi les innovations (innovation marginale), à juste raison à notre avis, et qu'on lit dans l'ouvrage de Maunoury : « Un changement technique quelconque, ayant une genèse scientifique et technique, mais introduit pour répondre à une modification dans les prix relatifs des facteurs, n'est pas une « innovation » » (4). Quoi qu'il en soit, l'essai de B. Gille est très significatif et, s'il est

(1) MAUNOURY, ouvrage cité, p. 222.

(2) *Idem*, p. 229.

(3) Bertrand GILLE, Note sur le progrès technique, *Revue d'histoire de la sidérurgie*, t. VIII, 1966, 3.

(4) Ouvrage cité, p. 230.

développé, il contribuera efficacement à affermir les méthodes d'analyse en histoire des techniques.

Cependant, comme il est souhaitable que de semblables perspectives s'introduisent plus profondément dans l'histoire des techniques, il conviendrait que invention et innovation constituent les bases d'un langage commun. Dans le même courant de méthode analytique, le fameux binôme recherche-développement qui est une base fondamentale de la dynamique économique actuelle fournirait un précieux moyen d'investigation pour déterminer l'allure générale de l'évolution des techniques. Si on l'appliquait par exemple aux travaux de Watt entre 1763 et 1775 et que l'on cherche à déterminer le rapport input-output de l'opération pour estimer sa valeur économique propre, il donnerait une physiognomie de l'événement technique au XVIII^e siècle comparable à celle de l'événement technique contemporain ; les mêmes études de recherche et de développement en ce qui concerne les travaux de Lenoir, d'Otto, de Gramme, de Siemens et dans une foule d'autres cas seraient riches d'enseignement sur le processus technique d'industrialisation au XIX^e siècle. Mais encore faudrait-il bien préciser cette terminologie dans une perspective historique et la situer par rapport à l'invention et à l'innovation pour ne pas retomber dans une ambiguïté fâcheuse. Il faudrait éviter évidemment de confondre le développement d'un produit, au sens moderne du terme, avec le développement d'une activité ou d'une branche d'industrie. Nous verrons plus loin que cette précaution n'est pas inutile.

D'autres termes devraient aussi recevoir une définition plus précise et entre autres l'expression « progrès technique ». Comme on le sait c'est une notion extrêmement difficile à définir et lorsqu'on traite de l'histoire des techniques contemporaines, il serait judicieux de lui substituer systématiquement l'expression « évolution technique ».

Nous savons maintenant que des techniques disparaissent de notre monde industrialisé. Ainsi en est-il pour la machine à vapeur à piston. Avec elle se termine une phase de l'évolution technique ; comment exprimerons-nous que la phase qui lui succède constitue un progrès par rapport à elle ? Le mot n'a aucune valeur absolue et si nous cherchons à lui associer une notation quantitative, quels pourraient être les critères indiscutables utilisés ?

La précision d'un vocabulaire commun ne constitue pas un simple problème de sémantique, elle doit conduire à définir la position de l'historien par rapport à son sujet d'étude. Deux études relativement récentes commencent à tracer les voies d'une méthodologie qui fait presque complètement défaut à l'histoire des techniques. Sans prétendre résoudre ce problème en quelques pages, l'une et l'autre apportent des éléments positifs qu'il est souhaitable de voir repris et développés.

Commentant la nécessité « d'analyses *précises et structurales* fondées sur des principes et des notions *objectivement définis* », le P. F. Russo écrit : « Les façons de faire actuelles où chacun étudie les questions à sa manière, où les termes les plus courants (invention, découverte, technique, procédé...) ont des sens incertains variant d'un auteur à l'autre, et où les exposés se font encore à peu près exclusivement sous forme d'un « discours » ne permettent pas de répondre à ces exigences » (1).

Dans le but d'éliminer le « discours », l'auteur propose une série de grilles destinées à uniformiser l'analyse des techniques et de leur histoire. Il commence d'abord par donner quelques définitions fondamentales et distingue trois niveaux d'analyse concernant respectivement : les techniques élémentaires, les unités techniques, les unités industrielles. On comprend la filiation de complexité croissante qui relie chaque niveau au suivant. Le niveau intermédiaire, celui de l'unité technique, lui semble le plus important, celui qui doit donner lieu à l'analyse la plus objective et auquel s'appliqueront les grilles décrites plus loin. Encore les grilles d'analyse doivent-elles être utilisées dans des conditions données : « l'invention elle-même a été clairement définie » et on se place « à un instant bien déterminé ».

Ces conditions étant remplies, F. Russo distingue dans l'unité technique sa conception et les procédés qui ont permis de la réaliser. S'il n'indique pas comment le premier terme, la conception, pourrait être analysé, on comprend comment l'une ou l'autre de ses grilles pourrait y servir. En fait l'auteur applique directement son système d'analyse aux procédés qu'il classe en deux catégories : les composantes indispensables et les composantes assurant seule-

(1) François Russo, L'analyse des techniques et de leur évolution, in *Sidérurgie et croissance économique en France et en Grande-Bretagne (1735-1913)*, Cahiers de l'Institut de Science économique appliquée, t. 5, n° 158, 1965, pp. 232-237.

ment des améliorations de l'invention ; à chacune d'elles correspond une notation symbolique :

Conception essentielle	= C
Procédé nouveau	= Pn
— existant associé à Pn	= Px
Composante d'amélioration	= Pa

La présentation de cette grille est faite à l'aide d'un exemple, celui du convertisseur Bessemer.

La grille d'analyse de l'unité technique est suivie de grilles pour l'analyse des autres aspects de la création et de l'évolution :

caractérisation des résultats affectée du symbole R avec des indices littéraux : Re coût, Rq qualité, Rc champ. Les résultats de qualité sont nombreux : Rqr régularité de production, Rqf fiabilité, etc. ;

application d'une technique ; pour cette rubrique l'auteur ne donne pas de notation symbolique ;

relations entre techniques et entre sciences et techniques. Le symbole utilisé est encore R avec des indices littéraux : Ru utilisation d'une technique A déjà existante par une technique B, mais aussi des inflexions : R'u création d'une technique A pour la mise en œuvre d'une technique B, etc. ;

caractéristique de l'innovation, affectée du symbole V. Vi lieu de production, Va capacité, etc. ;

création scientifique et technique déployée dans le temps. Pour cette rubrique, la notation T désigne une période, t des instants : Ts intérêt porté à un sujet, To période d'orientation. Ici l'expression symbolique revêt aussi une certaine complexité lorsqu'on veut entrer dans le détail, par exemple : Tf diffusion de la découverte, Tfl diffusion limitée, Tuf diffusion universelle.

Ce qui précède permet de comprendre la nature des grilles proposées par F. Russo. Son essai est présenté modestement en annexe des études, fort développées, que contient le *Cahier* où il est publié. Bien qu'il soit très bref, il est fort dense et suggère de nombreuses réflexions. Nous y reviendrons après avoir présenté l'essai que Bertrand Gille a publié sur le même problème (1)

(1) Bertrand GILLE, Note sur le progrès technique, in *Revue d'histoire de la sidérurgie*, t. VII, 1966, 3, pp. 185-195.

et auquel nous avons fait plusieurs fois allusion plus haut.

« L'esquisse présentée ici, écrit l'auteur, ne saurait avoir aucune prétention. Elle se veut simplement indicative. Il s'agit essentiellement de cerner un problème, de construire des hypothèses de recherche. » Le problème qu'il s'agit de cerner est celui de la notion de progrès technique et en fait B. Gille esquisse à son tour les bases d'une méthodologie de l'histoire des techniques en prenant en considération quatre notions fondamentales : le progrès technique, l'invention, l'innovation, le progrès économique (ou croissance). Les termes eux-mêmes paraissent à première vue assez clairs et n'avoir pas besoin de commentaire pour que leur sens soit saisi sans ambiguïté. Il s'agit de déterminer les liens qui les unissent deux à deux ou même trois à trois, étant posé que « le lien central, rapports entre invention et innovation, constitue une relation permanente ».

La difficulté que met d'abord en évidence B. Gille en discutant les rapports des termes deux à deux est celle qui s'attache à la définition de l'invention. Constatons que cette difficulté est gênante pour une période bien déterminée, relativement courte dans l'histoire du monde, mais combien importante dans celle des techniques contemporaines, en gros pour les deux siècles qui séparent le milieu du XVIII^e siècle du milieu du XX^e. Pour la période contemporaine, l'auteur pense que l'invention, en tant qu'entité distincte, a disparu. Cette affirmation est discutable tant que l'on ne s'entend pas très exactement sur la signification moderne du terme invention, comme nous l'avons montré plus haut. Il semble bien qu'il ne faille pas se hâter de rayer l'invention de liste des entités vivantes (1). Nous aurons à revenir là-dessus un peu plus loin. Poursuivant d'ailleurs son analyse du « saut des intermédiaires », B. Gille constate que l'innovation elle-même en tant qu'entité distincte disparaît et que seules subsistent des relations entre le progrès économique et le progrès scientifique, le premier conduisant l'autre. Nous avons déjà vu que cette conception s'oppose à celles de certains autres auteurs.

Avant d'arriver à ces constatations, Gille étudiant les relations des termes deux à deux a établi une distinction entre plusieurs types d'innovation, cités plus haut. Il a en outre insisté sur le

(1) J'ai défendu cette idée dans : *Plaidoyer pour l'histoire des inventions*, *Problemy Kultury*, Varsovie, 1963.

fait que les relations ne sont pas nécessairement comparables et constantes. « Les rapports entre les phénomènes sont différents selon le temps et, à l'intérieur d'une même période, entre secteurs d'activité. La définition d'un niveau technique général, d'un système technique global, n'implique pas nécessairement des relations identiques, dans tous les secteurs, entre les phénomènes cités. »

Dans la dernière partie de son étude, B. Gille étudie « le stade des relations triples », relations qui s'établissent à partir du début du XVIII^e siècle, soit entre les trois premiers termes, soit entre les trois derniers ; nous avons dit qu'il constate ensuite la disparition des intermédiaires dans la période contemporaine.

Bien que différents dans leur démarche et dans leur présentation, les deux essais résumés ci-dessus apportent à une tentative de méthodologie de l'histoire des techniques des éléments concordants. C'est en cela qu'ils sont intéressants. On voit en effet que le cadre général qu'ils présentent l'un et l'autre se recouvre de façon satisfaisante et qu'il serait possible de les faire coïncider parfaitement au prix de légères retouches à apporter à chacun, encore qu'il ne soit pas certain que le fait de s'enfermer dans un cadre rigide constitue un élément favorable à l'analyse historique. Bertrand Gille, commentant l'étude de François Russo, a bien montré tout ce qui peut subsister comme franges indéterminées d'un tel cadre de principe (1). Il applique la méthode d'analyse à un exemple particulier : la substitution de l'air chaud à l'air froid dans les hauts fourneaux ; le procédé de soufflage d'air chaud constituant une technique élémentaire du haut fourneau considéré comme unité technique.

Sa grille d'analyse de la technique élémentaire peut se résumer ainsi qu'il suit :

a) Conception essentielle :

- origine de la conception ;
- conditions de réalisation ;
- intégration dans l'unité technique.

(1) Bertrand GILLE, Sidérurgie et croissance économique en France et en Grande-Bretagne (1735-1913) (compte rendu de l'ouvrage cité ci-dessus, in *Revue d'histoire de la sidérurgie*, t. VII, 1966, 1, pp. 45-53).

b) Essais et mises au point :

Gille se borne à insister sur l'importance de cette partie de la recherche.

c) Innovation :

- . nature et importance relative du problème ;
- . circonstances de la diffusion du procédé ;
- . motivations ;
- . difficultés ou hésitations de mise en œuvre, d'ordre technique ou d'ordre financier.

d) Développements (améliorations, adaptations, conséquences économiques...),

e) Disparition.

Il semble qu'en d) le terme développement ne soit pas pris dans le sens moderne : développement d'un produit (R-D), mais dans le sens du devenir d'un procédé.

On relèvera que dans cet essai d'application Gille ne cherche pas à faire usage du symbolisme proposé par F. Russo. En reprenant attentivement l'exemple traité par Gille, le soufflage d'air chaud, on constate en effet qu'il est difficile de trouver dans les grilles de Russo des notations symboliques qui correspondent à chacun des facteurs d'analyse. Certes un grand nombre de ces notations pourraient trouver leur emploi :

C, Pn, Px, sous la rubrique a) ;

Re, Rq, Rc sous la rubrique b) ;

V affecté de ses différents indices sous la rubrique c) ;

T et t sous la rubrique d).

Mais alors la question de l'utilisation de ces symboles se pose. La création d'une notation symbolique suppose l'intention d'exprimer les phénomènes ou les faits étudiés par des formules qui seraient comparables entre elles. Le P. Russo l'exprime nettement lorsqu'il condamne l'usage du « discours » dans l'analyse historique des techniques. Malheureusement il n'a pas encore esquissé une méthode d'utilisation de ses symboles. Est-ce qu'il suffira de les juxtaposer pour donner simplement un résultat d'analyse et de comparer entre elles les différentes structures ainsi obtenues ? Est-ce que dans certains cas on ira jusqu'à écrire des relations entre plusieurs notations symboliques ? Cela peut très bien se concevoir pour l'analyse des relations entre techniques et entre sciences et techniques : notations Ru, R'u, etc., ou bien

pour l'analyse de la création scientifique et technique déployée dans le temps : notations T et t.

Il semble essentiel que l'analyse historique des techniques n'aboutisse pas seulement à une expression statique. Certes F. Russo a posé comme condition que l'invention clairement définie soit « considérée à un instant bien déterminé ». Il est indispensable de dresser des analyses statiques pour bien connaître les faits, mais pour lier les faits entre eux et comprendre l'évolution des techniques dans leur généralité on ne peut négliger une certaine analyse de caractère dynamique qui, seule, peut en rendre compte. Celle-ci est impliquée d'ailleurs dans les cadres proposés aussi bien par F. Russo (relations entre techniques, création dans le temps) que par B. Gille (innovation, développement, disparition).

On mesure tout de suite les difficultés de l'entreprise. Sans parler du problème de savoir par quels signes seraient reliées éventuellement les notations symboliques, on voit clairement que leur pouvoir d'expression se trouve déjà limité par la complexité qu'elles présentent lorsqu'on veut entrer dans le détail de l'analyse. Il existe un risque de confusion par l'emploi de symboles d'aspects voisins, par exemple R et certains indices pour les résultats et R avec d'autres indices pour les relations ; l'accumulation des indices littéraux lorsqu'il s'agit par exemple d'exprimer les différentes manières sous lesquelles intervient le facteur temps peut accroître encore la confusion.

Encore doit-on remarquer que les essais d'application donnés à titre d'exemple par les deux auteurs portent sur des sujets relativement simples. Q'adviendra-t-il de la notation symbolique et de son utilisation lorsqu'il s'agira d'analyser des phénomènes plus complexes comme l'histoire des télécommunications par les moyens électriques, puis par les moyens électroniques, ou l'histoire de l'aviation depuis l'avion des frères Wright jusqu'à la construction de Concorde ? Cela ne veut pas dire que l'histoire des techniques doive renoncer à trouver un mode d'expression constant du résultat de ses analyses. Mais elle ne peut espérer y arriver que si, au moins dans une première étape, elle limite ses ambitions. A cet égard il semble que, aussi bien F. Russo que B. Gille veuillent embrasser trop tôt un champ trop vaste. Le premier schéma de F. Russo, celui qui distingue trois niveaux d'analyse : techniques élémentaires, unités techniques, unités industrielles, est clair et satisfaisant. Le danger de confusion apparaît par suite

de la multiplication des grilles, avant que ce schéma ait été exploité d'une façon assez générale pour que des connaissances homogènes et comparables aient été définitivement établies.

De même, la série des quatre notions de Bertrand Gille perd de sa limpideur lorsque, pensant à la période contemporaine, celui-ci envisage la disparition des intermédiaires et laisse face à face progrès économique et progrès scientifique. Encore faudrait-il que la notion de progrès économique soit définie sans ambiguïté. Ne voit-on pas que pour de vastes domaines des techniques contemporaines le progrès économique, compris dans son sens le plus simple, n'est pas seul à solliciter le progrès scientifique ? Le désir de certains grands pays d'assurer leur hégémonie économique ne peut être assimilé au progrès économique ; il fausse le jeu entre ce dernier et le progrès scientifique en faisant intervenir des facteurs politiques et militaires qui pèsent d'un poids énorme sur le progrès technique proprement dit, comme nous l'avons déjà dit. L'aventure spatiale est l'un des exemples les plus parfaits de cette distorsion dans le jeu des facteurs classiques, que la suppression des intermédiaires ne suffit pas à expliquer (1). On peut se demander encore si le sacrifice de l'invention, et même de l'innovation, dans la période contemporaine, est justifié. En réalité, l'invention continue à se manifester partout et à chaque instant. En tant que personnage responsable seul d'une création déterminée, l'inventeur semble avoir disparu vers la fin du XIX^e siècle ou au début du XX^e, mais il n'en est pas de même de l'invention, dans la mesure où elle traduit une certaine démarche de l'esprit pour une création matérielle. Gille a noté la difficulté de définir l'invention en citant Étienne Lenoir, l'un des premiers réalisateurs d'un moteur à gaz. Tout l'épisode de l'histoire des moteurs à combustion interne permettrait d'analyser l'évolution de l'invention d'une période classique à la période contemporaine. Entre la façon de procéder de Lenoir et celle de Diesel, en passant par Otto et Daimler, nous voyons en effet se transformer les relations entre connaissances scientifiques et invention ainsi que la part personnelle d'un individu dans cette dernière.

A notre avis il serait plus satisfaisant de rechercher comment

(1) Le budget R-D des États-Unis pour l'exercice 1968-1969, de l'ordre de 130 milliards de francs, se répartit ainsi : 50 % pour la défense nationale, 25 % pour l'espace, 12 % pour l'atome, 13 % pour les autres secteurs industriels, santé, éducation, etc. (*Le Monde*, 5-2-1969).

se manifeste l'invention à notre époque et comment elle concourt à la création aux trois niveaux : technique élémentaire, unité technique, unité industrielle, que de la supprimer du schéma d'analyse. C'est, en effet, supprimer pour une bonne part l'étude du processus de création dans un domaine où science et technique sont de plus en plus dépendantes l'une de l'autre sans pourtant se confondre aussi totalement qu'on l'affirme souvent ; c'est en conséquence estomper l'histoire des techniques elle-même, au profit de l'histoire économique et même de l'histoire générale.

Autrement dit, c'est retomber dans le « discours » que condamne F. Russo. Or nous avons trop souvent sous les yeux les méfaits du discours pour ne pas chercher autre chose.

« Dans le domaine de l'histoire, écrit J. U. Nef, les relations de cause à effet sont infiniment trop complexes pour être exposées sous une forme mathématique » (1). Malgré ce pessimisme très compréhensible jusqu'à présent, les tentatives semblables à celle de F. Russo devraient être poursuivies. J'ai moi-même exprimé l'idée qu'une notation symbolique de l'évolution des techniques et de ses relations avec les événements qui l'encadrent deviendra un outil indispensable (2). Cette notation, dans laquelle interviendrait le facteur temps pourrait conduire à l'expression d'équilibre d'un niveau technique à une époque donnée en fonction des tensions internes qui s'exercent dans ce domaine.

Le problème consisterait à évaluer les facteurs de tension qui ont déterminé un événement technique en rapport avec les événements déterminants. L'expression des facteurs de tension aurait la forme d'une relation telle que $F_B^A = \frac{K}{T}$ dans laquelle T serait l'intervalle de temps séparant l'événement déterminant B de l'événement déterminé A (3). On voit déjà que le facteur serait d'autant plus élevé que le temps de réponse serait plus court, ce qui traduirait bien les phénomènes de tension à l'intérieur du

(1) J.-U. NEF, ouvrage cité, p. 78.

(2) M. DAUMAS, Rapports sciences et techniques : étude générale du point de vue de l'histoire, *Revue de synthèse*, no 25, 1962. — Id., Le mythe de la révolution technique, *Revue d'histoire des sciences*, t. XVI, no 4, 1963.

(3) La terminologie proposée ici a naturellement un caractère très provisoire ; ou pourrait utiliser les expressions : « phénomène inducteur » et « phénomène induit ». Il faut essayer des termes divers et leur emploi permettra seul de les conserver ou de les rejeter.

complexe science-technique-économie. On pourrait peut-être tenter d'évaluer, autrement que par le « discours », si les effets de tension croissent d'une façon remarquable pendant les périodes dites de révolution industrielle, ou s'ils manifestent seulement, comme je le crois, une croissance régulière.

L'événement déterminé est soit une invention, dans le sens classique du terme, soit une innovation, soit la fin d'une phase de développement (dans le sens R-D) c'est-à-dire le début de l'industrialisation proprement dite. Les événements déterminants peuvent être de nature technique, scientifique, économique. Leur nature n'a d'ailleurs pas besoin d'être définie d'une façon particulière. Par exemple, la découverte de la pression atmosphérique par Torricelli et Otto de Guericke est un événement déterminant de la pompe à feu de Savery ; celle-ci et la pompe pneumatique constituent des événements déterminants de la machine de Newcomen ; mais ce ne sont pas les seuls.

D'autres coefficients que celui du temps doivent intervenir dans l'évaluation des facteurs de tension. Ils sont inclus pour l'instant dans le coefficient K . Il est nécessaire en effet de prendre en considération le poids d'un événement déterminant sur un déterminé. Par exemple par rapport à la machine à vapeur à condenseur, K_1 de la machine de Newcomen sera bien plus élevé que K_1 des travaux de calorimétrie de Black. Dans un autre exemple : l'industrialisation des hypochlorites décolorants, K_1 de la découverte du chlore par Scheele sera sans doute de même valeur que K_1 de l'essor de l'industrie du coton. La difficulté serait sans doute d'évaluer le coefficient T , mais en prenant comme événement déterminant l'apparition de la mull-jenny on trouverait peut-être le moyen de la tourner.

Ensuite il faudra faire intervenir le degré de filiation et tâcher d'exprimer ainsi si l'événement ouvre une nouvelle lignée, la prolonge ou l'achève. Pour reprendre la lignée de la machine à vapeur, K_2 la concernant exprimerait la filiation morphologique des premiers moteurs à gaz avec elle. Ce coefficient serait donc un coefficient d'impulsion qui permettrait de nuancer l'expression du facteur brut $\frac{1}{T}$ ou $\frac{K_1}{T}$.

Enfin si l'on veut tenir compte du fait que toute création ne prend, dans l'évolution générale des techniques, sa pleine signification que dans un milieu socio-économique et dans un contexte technique réceptif, il est indispensable de songer à un coefficient

de réceptivité qui serait un facteur de qualités. Il exprimerait le rapport entre les possibilités d'utilisation de la création nouvelle et les besoins du milieu qui la reçoit. Le coefficient K_3 serait plus élevé pour la machine rotative de Watt que pour la machine à simple effet ; le K_3 de cette dernière serait lui-même beaucoup plus élevé que celui de la machine de Newcomen. Dans un autre ordre d'idée, le K_3 de la machine arithmétique de Pascal serait très faible, celui de la machine de Thomas de Colmar un peu plus élevé et si on arrivait à évaluer celui des ordinateurs il aurait une valeur numérique considérable.

Naturellement un événement technique ne relève pas d'un seul événement déterminant. On serait ainsi amené à établir toute une grille de facteurs de tension pour chaque événement F_A^A , F_B^A , F_C^A , etc. ; sans doute la valeur de ces facteurs considérés individuellement, ou dans leur ensemble en faisant une moyenne entre eux, la densité de l'ensemble, permettrait de faire apparaître la phisyonomie d'une coupe chronologique dans l'évolution générale. Il n'est pas interdit de penser que la densité des facteurs de tension pour un événement ou un ensemble d'événements groupés à une époque considérée fournirait une expression numérique de l'état du niveau technique de cette époque ; par comparaison de la densité de plusieurs coupes chronologiques peut-être arriverait-on à constituer une représentation graphique de l'évolution technique.

On sent tout ce qui reste indéterminé dans les suggestions qui précèdent et tout ce qu'elles comportent d'arbitraire. Comme celles qui ont été résumées plus haut, elles ne constituent qu'un modeste essai sans prétention à l'élaboration d'une méthodologie de l'histoire des techniques. Nous en sommes aux tâtonnements et il faut ouvrir les voies qui se présentent, quitte à les abandonner si elles se terminent brusquement en impasse.

Il ne faut pas se dissimuler que toutes les suggestions qui ont été rappelées ici ne pourront faire l'objet de tentatives d'exploration, si tant est que leur sort aille jusque-là, que dans la mesure où des équipes assez nombreuses et bien outillées pourront s'y consacrer. Par nécessité, et non seulement pour suivre le courant à la mode, l'histoire des techniques doit adapter à son usage les méthodes à peine naissantes de la « cliométrie » ; ceci suppose une certaine technicité de ses méthodes de documentation, d'analyse et d'interprétation.

Maurice DAUMAS.