

SIMON SCHAFFER ET LES MACHINES A CALCULER DE BABBAGE

~ Quelques commentaires

Christian LICOPPE

La remarquable étude de cas consacrée par Simon Schaffer aux machines à calculer de Charles Babbage se donne pour objectif de suivre les trajectoires de ces machines dans l'Angleterre victorienne de la première moitié du XIX^e siècle. Il s'agit là de dessiner la carte des lieux et des réseaux dans lesquels l'autorité de ces machines est en permanence localement renégociée, les principaux points d'intersection en étant l'observatoire, l'atelier des fabricants d'instruments scientifiques, la manufacture et les expositions industrielles. Je voudrais d'abord ici discuter certaines questions soulevées par cette approche, pour tenter ensuite de l'inscrire dans une perspective historique de plus longue durée. Cela me permettra de discuter les points communs et les différences que les réseaux caractérisés par les revendications de précision et d'exactitude qui se développent chez les physiciens européens de la fin du XVIII^e siècle entretiennent avec ceux que l'étude de cas sur Babbage révèle dans l'Angleterre du XIX^e.

Il me semble qu'une des questions les plus immédiates que l'on puisse se poser sur ce traitement historique des machines de Babbage concerne la position de l'astronome royal Airy. Comment rendre compte en effet de sa ferme résistance à l'introduction des machines à calculer dans l'observatoire qu'il dirige ? Airy est

dépeint au début du texte comme un véritable entrepreneur, à la fois soucieux d'éviter la multiplication des erreurs dans les tables numériques et de discipliner le travail de ses calculateurs humains, dont il compare d'ailleurs le labeur à celui que requiert la production manufacturière. Et pourtant il s'oppose à l'usage des machines de Babbage, en dépit même du fait que celles-ci deviennent des emblèmes de la culture technologique victorienne. Il s'y oppose même encore dans les années 1860, alors même qu'apparaît un consensus sur la fiabilité des nouvelles machines à différences. Ne devons-nous pas alors invoquer d'autres arguments pour justifier le comportement d'Airy ? Celui-ci ne se représente-t-il pas en définitive le travail industriel comme radicalement différent de la pratique scientifique, même quand celle-ci se ramène à de longs et fastidieux calculs numériques ? S'il est indéniable que le canon de l'objectivité scientifique suppose que soit érodée toute trace d'intervention humaine dans la constitution des faits, il n'en demeure pas moins important que celle-ci puisse rester éminemment visible dans d'autres représentations de l'activité scientifique, en particulier les récits héroïques de découvertes destinées à une plus large audience.

L'utilisation du vocabulaire marxiste dans l'analyse historique ne va pas non plus sans soulever quelques problèmes d'interprétation. Dans la mesure où Simon Schaffer a brillamment montré qu'il était absolument nécessaire de prendre en compte la manière dont Babbage se représentait les processus industriels pour comprendre comment était évaluée en différents lieux la crédibilité de ses machines, il est tout naturel de faire intervenir dans l'analyse historique l'économie politique de Babbage. Il est également vrai que Marx et Engels s'appuient sur les mêmes représentations du mouvement industriel que Babbage, et que celles-ci constituent, toutes options politiques confondues, le dénominateur commun de toute l'économie politique victorienne du milieu du siècle. Mais certains termes comme réification ou fétichisme apparaissent plus tardivement. On les trouverait par exemple

absents de l'ouvrage d'Engels sur la condition de la classe ouvrière anglaise, publié en 1814. Ils furent modelés plus tardivement dans la perspective d'un modèle explicatif débouchant sur des options politiques radicales, de sorte que ce lexique marxiste nous entraîne bien plus loin que ne le ferait une simple histoire satirique des machines à calculer de Charles Babbage qui chercherait à s'appuyer sur les seules ressources culturelles des acteurs eux-mêmes. Sa fonction exacte dans la narration historique reste encore très implicite. Ce point n'a rien d'innocent puisqu'il se traite également là de ce qu'on a pu qualifier ailleurs de seconde révolution scientifique, dont la prise en compte sert de récit de fondation pour les traditions scientifiques du XIX^e et du XX^e siècles. Or il est bien connu que de tels récits sont lourdement chargés d'implications sociales et politiques. Dans le cas particulier de l'histoire des machines à calculer de Babbage nous en arrivons à voir cette révolution scientifique, et ses valeurs fondamentales que sont la précision, l'exactitude et l'objectivité, à la fois comme une cause et une conséquence de la Révolution industrielle. Une démarche réflexive, susceptible de nous déplacer de la construction d'une géographie historique de l'autorité vers celle de l'autorité de cette géographie historique elle-même, serait tout à fait appropriée. Elle rendrait justement plus explicite la tension entre les fonctions descriptives et explicatives d'une telle histoire des sciences.

Les machines analytiques de Babbage ne représentent qu'un moment dans l'histoire des machines à calculer et de la précision. Les replacer dans cette histoire de moyenne durée contribue à réinterroger le cas Babbage. Je voudrais ici le faire en deux temps, tout d'abord en décrivant brièvement quelques machines à calculer du XVII^e siècle et en montrant comment elles appartiennent à des univers culturels et techniques tout à fait autres, puis enfin

en décrivant le cheminement des appareils de précision à la fin du XVIII^e siècle, c'est-à-dire au tout début de la Révolution industrielle, en France et en Angleterre.

L'idée de la machine à calculer remonte à la première moitié du XVII^e siècle avec les travaux menés indépendamment par Schickard en Allemagne (1) et Blaise Pascal en France (2). Pascal affirmait déjà avoir conçu sa machine pour remédier aux erreurs numériques qui surviennent inévitablement dans les calculs faits à la main. Mais Pascal accorde un tout autre sens à celles-ci, puisqu'il les considère comme autant d'humiliations inacceptables pour les gentilshommes et les *virtuosi*. Il n'est de plus pas question de laisser la fabrication de la machine aux artisans (artistes). Celle-ci requiert en effet que la théorie soit jointe à la pratique, un objectif hors de portée si ce ne sont pas les savants qui contrôlent les opérations mécaniques. Mais cette implication des savants dans l'atelier apparaît elle-même comme un idéal lointain. Pascal ne parvient d'ailleurs pas à empêcher un artisan rouennais de produire par lui-même une *machine arithmétique*, qui ne manquera pas de s'avérer défectueuse, ce dont Pascal nous informe sans déplaisir. C'est à l'intervention d'un personnage aussi haut placé que le chancelier Séguier qu'il doit lui-même la possibilité de parvenir au terme de son projet. Et le coût de la machine est en définitive très élevé, ce qui en fait un cadeau approprié pour honorer des mécènes bienveillants. Les philosophes curieux mais pauvres doivent se contenter d'aller voir fonctionner la machine que Pascal a confiée aux bons soins de son ami Roberval au Collège Royal.

Nous sommes donc là bien loin de toute réification. Abandonner les calculs aux mains de plébéiens est tout à fait hors de propos. Dans sa satire féroce des académies savantes, Jonathan Swift dresse à propos de celle de l'imaginaire Lagado un catalogue des principales déviances savantes relatives à l'étiquette du monde (3).

(1) Pour une description des différentes machines à calculer produites au cours de l'Histoire et un premier quadrillage bibliographique voir par exemple SCHICKARD, 1990.

(2) Sur la machine arithmétique voir le texte et l'appareil critique déployé in PASCAL, 1970, t. II, pp. 313-341.

(3) SWIFT, Gulliver's travels, 1726, part. III, chap. V et VI.

Outre un certain nombre de travaux plus répugnants les uns que les autres accomplis par des savants fort malpropres, on trouve ainsi cette machine faite de lettres à imprimer, d'engrenages et de leviers, prétendument capable de produire tous les textes significatifs, bien que maniée par quarante étudiants de basse extraction. L'ironie de Swift met en lumière le caractère vulgaire et méprisable d'une telle entreprise d'« amélioration des connaissances spéculatives par des opérations pratiques et mécaniques ». Les différents usages et significations attribués aux machines de Babbage n'ont pas de sens à l'âge classique. Si l'on considère la relation établie par Simon Schaffer entre l'autorité des machines à calculer et l'économie politique de la société anglaise pendant la Révolution industrielle, on est frappé de ce que Swift soupçonnait déjà dans cette machine une subversion potentielle de l'ordre social et politique qu'il défendait.

Je voudrais maintenant en venir à la deuxième étape de cette mise en perspective historique en soulignant que ces machines ne font sens que dans le contexte d'une forte exigence de précision et d'exactitude, et qu'une telle demande est mise en scène par les savants dès la fin du XVIII^e siècle. Les revendications de précision et d'exactitude dans les mesures sont alors employées pour façonner de nouveaux registres d'autorité dans la pratique scientifique. Si l'on tente de suivre la trajectoire des instruments de précision, c'est-à-dire si l'on tente de reconstruire la distribution géographique de l'autorité accordée à ces instruments à la manière de Simon Schaffer, on peut déjà observer la constitution de liens multiples entre la production d'instruments et de connaissances à celle de biens manufacturés, et ce dès le tout début de la Révolution industrielle.

Les mesures exactes et la détermination des lois (quantitatives) de la nature constituent le but principal de la pratique scienti-

fique selon les élites savantes des années 1780 et 1790. La légitimité de cet éthos de la mesure repose sur le développement d'une forme de consensus sur le rôle et la crédibilité des instruments de précision, qui implique en outre un contrôle accru de l'espace du laboratoire. Ce dernier est d'ailleurs de plus en plus quadrillé par un réseau d'instruments à vocation d'exactitude. Les célèbres expériences de Lavoisier sur la composition et la décomposition de l'eau se subdivisent elles-mêmes en une série de mesures réalisées en plusieurs endroits dans le laboratoire, chacun de ceux-ci étant de surcroît étroitement surveillé par un thermomètre (4). Les expériences de Coulomb sur l'électricité font appel à pas moins de trois appareils particulièrement sensibles, la balance de torsion, l'hygromètre et le thermomètre (5). La question de l'homogénéité et de la stabilité des matériaux employés dans les dispositifs de laboratoire devient également cruciale. La matière doit être apprivoisée, et un champ de recherches concernant les propriétés du bois se déploie par exemple tout le long du XVIII^e siècle, avec une tonalité de plus en plus pessimiste. Buffon reconnaissait déjà dans les années 1740 l'impossibilité de mesurer des lois simples concernant la tenue mécanique de planches de bois, qu'il attribuait à l'irréductible homogénéité de ce matériau, à laquelle aucune procédure de sélection, aussi stricte soit-elle, ne pouvait selon lui remédier (6).

Le soin pris dans le choix des matériaux utilisés dans les expériences de précision conduisit à une redéfinition de la pratique en vigueur dans les ateliers de fabricants d'instruments scientifiques. Paul-Etienne Lenoir, le fils de l'un des plus célèbres artisans de la fin du XVIII^e siècle, reconnaissait ainsi dans les années 1810 que le bois joue toujours, quelque précaution que l'on prenne, et quelque modification que l'on lui apporte, et il décidait ainsi de faire tous ses instruments en métal, y compris les moins coûteux (7). La croissance de la de-

(4) LAVOISIER.

(5) COULOMB, 1785, pp. 612-638.

(6) BUFFON, 1740, pp. 453-467 ; 1741, pp. 292-334.

(7) TURNER, 1989.

mande pour la précision avait d'autre part causé vers 1780 d'importantes tensions au niveau des pratiques corporatives. Le fabricant d'instruments de précision devait en effet développer un savoir-faire concernant à la fois les technologies du verre et du métal. Cette situation engendrait des conflits avec les autorités corporatives dans la mesure où sa pratique débordait ainsi des attributions de la guilde dans laquelle sa maîtrise était reconnue.

Et les incidents se multiplièrent, en particulier à Paris. En 1782 les fondeurs commirent de nombreuses déprédations dans l'atelier d'un certain Billeaux, coupable de réaliser des machines électriques sans être des leurs. En 1785 la même corporation confisqua, pour des raisons analogues, le cuivre, les outils et les instruments d'Etienne Lenoir lui-même. En 1782 encore, c'étaient les verriers qui avaient complètement saccagé l'atelier d'un fabricant de télescopes nommé Baradelle.

Des conflits d'un type nouveau concernant la propriété des mesures apparaissent également à la fin du XVIII^e siècle. Ces querelles dressaient l'artisan qui avait réalisé un instrument nouveau, unique et d'une précision inégalée, contre le scientifique qui l'utilisait. Elles survinrent surtout en Angleterre, où le statut de l'artisan avait toujours été plus proche de celui de savant qu'en France, lorsque le caractère par trop singulier et extraordinaire d'un appareil empêchait toute réification de la force de travail mise en œuvre dans sa construction. Le théodolite de Jesse Ramsden est un bon exemple, dont le caractère exceptionnel fut reconnu et critiqué par son premier utilisateur, le cartographe William Roy (8). Ramsden se sentit alors en droit de revendiquer pour lui-même le crédit de toutes les mesures géodésiques réalisées au moyen de son extraordinaire théodolite, arguant que leur précision découlait directement de la sophistication de sa conception (9). Comme on pouvait s'y attendre,

Roy s'opposa avec la plus grande véhémence à une telle prétention.

Du fait de leur exactitude, les instruments de précision sont susceptibles d'opérer simultanément dans l'univers du laboratoire et dans celui de la manufacture. Cette versatilité suppose que le lien entre exactitude et standardisation soit réaffirmé et chargé de nouvelles significations, comme le montre le cas du manufacturier céramiste anglais Josiah Wedgwood. Il affirmait que son nouveau pyromètre lui permettait de mesurer la température exacte de ses fours et de contrôler ainsi très précisément la couleur et la brillance des céramiques produites dans ses usines (10). Les mesures exactes lui fournissent donc une ressource en vue de la production en masse d'objets identiques. Wedgwood affirmait même que le savoir-faire instrumental ainsi déployé avec succès dans le cadre d'entreprises commerciales de grande envergure renforçait la crédibilité et l'autorité des savants étudiant les processus thermiques dans leurs laboratoires, pourvu qu'ils s'accordent avec lui sur le bon usage des pyromètres. L'autorité se construit dans les mailles des réseaux entre laboratoires et manufacture lorsqu'un consensus est suffisamment établi pour que l'instrument et les savoir-faire correspondants circulent d'un lieu à l'autre.

Nous voyons donc comment, dès la fin des Lumières, le critère d'exactitude forgeait de solides chaînes reliant les ressources techniques et culturelles déployées dans les laboratoires, les ateliers et les manufactures, révélant ainsi une nouvelle géographie de l'autorité. Y a-t-il là quelque chose de fondamentalement différent de ce qui se met en place dans les années 1830 et dont les machines de Babbage constituent un élément-clé ? On peut bien sûr remarquer que les expositions industrielles n'existaient pas encore, mais il y a plus important. La domestication de la force de travail par des machines exactes et l'effacement du travail de production

(8) ROY, 1785, pp. 385-480.

(9) WIDWALM.

(10) Josiah WEDGWOOD, 1782, pp. 305-327.

dans le processus de production ne constituait pas des ressources sur lesquelles s'appuyaient les réseaux de la précision et de l'exactitude dans les années 1780. Il est vrai qu'il faudra encore cinquante ans pour que cristallise la culture politique de la société de classe, comme le montrent les travaux historiques d'E.P. Thomson en Angleterre (11) et de L. Chevalier en France (12). On peut se demander néanmoins comment cette notion de géographie de l'autorité peut rendre compte d'une telle évolution continue, elle-même

contigue à la Révolution industrielle et à une transformation de grande ampleur des fondements de l'ordre politique. On peut également se demander comment les réseaux que révèle l'étude de cas sur Babbage restent pertinents pour décrire par exemple le travail métrologique mis en œuvre une génération plus tard dans les laboratoires de Cambridge. Qu'en est-il dans les années 1870 du lien entre les représentations de l'exactitude et celles de la production industrielle, de l'organisation du travail et de l'économie politique ?

(11) THOMPSON, 1991.

(12) CHEVALIER, 1984.

RÉFÉRENCES

BUFFON, « Expériences sur la force des bois », premier mémoire, *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, 1740, deuxième mémoire, *ibid*, 1741.

CHEVALIER Louis, *Classes laborieuses et classes dangereuses à Paris, pendant la première moitié du XIX^e siècle*, Paris, Hachette, 1984 (2^e édition).

COULOMB C.-A., troisième mémoire sur l'électricité et le magnétisme : « De la quantité d'électricité qu'un corps isolé perd dans un temps donné, soit par le contact de l'air, plus ou moins humide, soit le long des soutiens plus ou moins idio-électriques », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, 1785.

LAVOISIER, cahiers de laboratoire, volume VII, archives de l'Académie des sciences.

PASCAL Blaise, *Œuvres complètes*, éditées par Jean Mesnard, Paris, Desclée de Brouwer, 1970.

ROY William, « An account of the measurement of a base on hounslow heath », *Philosophical transactions of the Royal Society*, 75, 1785.

SCHICKARD, *De la machine à calculer de Pascal à l'ordinateur*, Paris, Musée national des techniques, éditions CNAM, 1990.

SWIFT Jonathan, *Gulliver's travels*, Londres, 1726.

THOMSON E.-P., *The making of the English working class* (4^e édition), Londres, Penguin, 1991.

TURNER A.-J., *From pleasure and profit to science and security : Etienne Le-noir and the transformation of precision instrument-making in France 1760-1830*, Cambridge, the Whipple Museum of the history of science, Cambridge, 1989.

WEDGWOOD Josiah, « An attlemp to make a thermometer for measuring the high degrees of heat, from red heat up to the strongest that vessels made of clay can support », *Philosophical transactions of the Royal Society*, 72, 1782.

WIDWALM Sven, « Accuracy, rhetoric and technology : the Paris-Greenwich triangulation, 1784-1788 » in Frangsmyr T. ; Heilbron J.-L. ; Rider M.-E. : *The quantifying spirit in the eighteenth century*, Berkeley, California University Press, 179-206, pp. 196-199.