

Pour une historiographie comparée de l'histoire de l'informatique Marie-José Durand-Richard (Université Paris 8-REHSEIS)

L'historiographie de l'histoire de l'informatique s'est initialement trouvée déséquilibrée, du fait de la conjugaison de plusieurs facteurs. Elle a d'abord souffert d'un manque d'accès aux sources premières, pour beaucoup restées secrètes ou d'abord difficile, aussi bien en ce qui concerne les sources anglo-saxonnes que celles en langue russe ou en langue allemande, du fait des conditions imposées par la Seconde Guerre Mondiale. La situation politique internationale des cinquante dernières années, avec l'opposition des blocs soviétique et occidental, a renforcé cet état de fait. Qui plus est, l'informatique étant une discipline récente, son histoire a d'abord été celle de ses propres acteurs, des "pionniers", qui ont forgé une histoire enthousiaste, chargée de leurs espoirs et de leur aspiration à autonomiser comme "révolutionnaire" ce nouveau champ de recherches. L'aventure, individuelle ou collective, à laquelle ils ont conscience d'avoir participé, les incite à privilégier nouveautés et ruptures, et à passer sous silence les continuités de la recherche dont ils sont nourris, ainsi que les conditions de production des savoirs dans lesquels ils sont immergés.

Cette contemporanéité de la naissance de l'informatique et de son histoire n'a pourtant pas que des inconvénients. Elle rend directement perceptible les recompositions à l'œuvre, issues non seulement d'avancées scientifiques et techniques, mais aussi de leur immersion dans le contexte spécifique qui l'a vue naître, celui de la Seconde Guerre Mondiale, suivie de la Guerre Froide. Ses répercussions, tant dans le domaine philosophique qu'économique, sont directement palpables, et souvent soutenues par la tentation récurrente d'identifier ordinateur et intelligence ou comportement humains. Pour analyser avec un regard historien la question de savoir s'il s'agit là d'une "révolution scientifique" - au sens de Thomas Kuhn - l'analyse conceptuelle peut être complétée par les interviews des acteurs, à partir de grilles d'analyse permettant de dépasser la subjectivité du recueil des souvenirs, si enthousiasmants soient-ils. Elle peut surtout être approfondie par l'étude des archives institutionnelles, à l'Ouest comme à l'Est, du fait de la levée progressive du secret défense et de la fin de la politique des blocs.

La confrontation du contenu et de la méthodologie des principaux ouvrages parus au cours des dernières décennies offre la possibilité de moduler la présentation "classique" de la naissance de l'ordinateur, dont la nouveauté par rapport aux grands calculateurs réside dans l'idée d'insérer dans la machine, sous forme de programme enregistré, la liste des instructions antérieurement matérialisée par un câblage spécifiquement mis en place pour chaque type de calcul envisagé. Cette innovation est indéniable, et son examen du seul point de vue conceptuel incite à l'associer à la rencontre entre les besoins du calcul numérique et la mathématisation de la logique, qui conduit à considérer celle-ci comme un calcul symbolique. Cette approche du calcul l'inscrit délibérément du côté du discret et induit une historiographie qui cherche les origines dans les machines arithmétiques. C'est cette présentation classique qui sera évoquée dans la première partie, ainsi que les individus qu'elle fait intervenir comme acteurs d'une mutation initialement perçue des seuls Etats-Unis.

Mais aussi puissantes soient-elles, les idées scientifiques ne s'imposent pas d'elles-mêmes. Dans le cas présent, la Seconde Guerre Mondiale a effectivement servi de catalyseur, non seulement par l'importance des besoins en calcul qu'elle a produit dans le domaine militaire, mais par l'énormité des moyens matériels et humains qu'elle a permis de mobiliser. Du fait de leur éloignement des champs de bataille et du lieu d'accueil salvateur qu'ils ont représenté pour de nombreux exilés, c'est aux Etats-Unis qu'ont initialement été mises en œuvre les conditions d'élaboration de ces nouvelles machines de calcul, qui signent le renforcement des relations entre l'Université, l'Industrie et l'Armée. La deuxième partie présente des analyses plus récentes qui éclairent ce déplacement vers l'Ouest et cette synthèse de développements également présents en Europe et en URSS, ainsi que d'autres acteurs et

d'autres lieux de production de ces nouvelles machines, dont la réalisation après guerre n'aurait pu être aussi rapide sans l'existence préalable d'infrastructures spécifiques.

Une dernière partie interrogera la méthodologie des ouvrages étudiés, et l'épistémologie qui s'en dégage, quant à la nature des bouleversements effectifs introduits par l'existence de l'ordinateur. Si elle permet de conceptualiser la représentation d'une certaine forme d'autonomie, n'est-il pas en effet crucial de caractériser celle-ci scrupuleusement afin d'analyser dans quelles limites elle autorise la comparaison avec l'autonomie de l'humain ? Faute de quoi les enjeux philosophiques et politiques de ce risque de réification de l'humain pourraient passer inaperçus.

Les grandes étapes de l'histoire "classique"

Analysée dans le cadre strict d'une histoire des idées, l'histoire de l'informatique tend à focaliser l'attention sur la tentation d'identifier ordinateur et esprit rationnel, et s'écrit assez souvent en relation avec celle de la cybernétique et des sciences cognitives¹. La création, dans la langue française, de néologismes spécifiques – en français, "ordinateur" en 1956 et "informatique" en 1965 – insiste sur cette capacité des nouvelles machines à calculer sur n'importe quel type de représentations symboliques². L'identification formelle entre l'organisation du câblage de la machine et le calcul logique des propositions est présentée dans la lignée de "la crise des fondements" qui interroge la nature des relations entre mathématiques, logique et vérité depuis le tournant du XX^{ème} siècle. Des travaux de George Boole (1815-1864) sur les *Lois de la pensée* en 1854, au programme formaliste présenté par David Hilbert (1862-1943) au congrès international de mathématiques tenu à Bologne en 1928, en passant par l'*Idéographie* de Gottlob Frege (1848-1925) en 1879, les mathématiciens-logiciens se sont attachés à vouloir fonder la certitude des mathématiques sur la possibilité de les réduire à un calcul logique formalisé. L'idée d'une mécanisation possible du raisonnement, au sens non pas de la réalisation d'une machine matérielle, mais d'une automatisation des processus déductifs comme gage de certitude, s'enracine profondément dans ce questionnement, en même temps qu'elle débouche sur un nouveau concept, celui de récursivité. Et la puissance de ce concept sera telle qu'elle retiendra bien davantage l'attention que l'arrêt brutal du programme logiciste que signe en 1931 le théorème d'incomplétude³ de Kurt Gödel (1906-78).

Les trois articles retenus comme fondateurs pour l'émergence de ces machines soupçonnées d'intelligence s'inscrivent directement dans cette problématique. Celui où Alan M. Turing (1912-54) définit les principes de sa machine⁴, en 1936-37, répond certes négativement à l'interrogation de Hilbert sur la décidabilité des mathématiques, après les réponses déjà négatives de Gödel sur la complétude et la consistance de toute théorie axiomatisée de l'arithmétique. Mais en démontrant l'équivalence entre les principes de sa machine théorique, la théorie des fonctions récursives de Gödel, le lambda-calcul élaboré par Alonzo Church (1903-95) en 1936, il identifie le concept de récursivité à celui de calculabilité effective⁵. L'affirmation de la thèse de Church-Turing, selon laquelle toute "procédure mécanique" est modélisable par une machine de Turing, ne fera que renforcer la conviction de l'universalité de ce type de calcul. En 1943, Warren S. McCulloch (1898-1969) et Walter H. Pitts (1923-69), réalisant les opérations de la logique élémentaire à partir d'un réseau de "neurones formels", se réfèrent directement à l'organisation du cerveau⁶. Leur article, écrit dans le formalisme des *Principia Mathematica* de Bertrand Russell (1872-1970) et Alfred N. Whitehead (1861-1947), renvoie non seulement à Hilbert, mais à Rudolf Carnap (1891-1970), qui enseigne depuis 1936 à l'Université de Chicago sa conception scientifique d'un monde logiquement construit, et dont toute métaphysique soit exclue : la séparation entre logique et interprétation, ainsi qu'entre syntaxe et sémantique, y joue le même rôle déterminant que dans l'empirisme logique du Cercle de Vienne, dont Carnap fut un membre constitutif. Norbert Wiener (1894-1964), qui signe la même année, avec l'ingénieur Julian H. Bigelow (1913-) et

le cardiologue Arturo Rosenblueth (1900-1970), l'article fondateur de la cybernétique⁷, a suivi les cours de Russell à Cambridge sur l'atomisme logique. Avant d'émigrer aux États-Unis en 1930, John von Neumann (1903-57) est lui-même un des protagonistes de la crise des fondements en mathématiques⁸, en tant que disciple de Hilbert à Göttingen. Le fait que tous ces auteurs soient beaucoup plus sensibles à la puissance de calcul et de prévision que confèrent la récursivité en mathématiques, ou la rétroaction en cybernétique, qu'aux limitations du formalisme formulées par Gödel et Turing, va jouer un rôle déterminant dans le projet d'intelligence artificielle, né en 1956 avec les acquis des premiers langages de programmation⁹.

Il apparaît donc que l'inspiration matérialiste, anti-métaphysique, est une composante forte de tous ces travaux. Elle est manifeste dès lors qu'une analyse comparatiste est préférée aux biographies individuelles de génies isolés¹⁰, et mérite d'autant plus d'être soulignée que celles-ci s'attachent plus volontiers à des préoccupations d'ordre idéaliste, relatives à la comparaison entre ordinateur et esprit. Dans l'ouvrage de 1948 où Wiener baptise "cybernétique" l'ensemble des recherches sur les systèmes biologiques et mécaniques à rétroaction¹¹, Wiener ne compare pourtant pas la machine à l'humain, mais à l'animal ; et McCulloch se préoccupe avant tout des "incarnations" de l'esprit.

Partant de la récursivité, c'est bien la généralisation du calcul à des symboles quelconques, et la possibilité d'enregistrer le programme, c'est-à-dire de différer dans le temps la liste des instructions données en les intégrant dans la machine, qui marque le passage des grands calculateurs – "calculator" – à l'ordinateur – "computer" –. Et il convient de ne pas confondre cette caractéristique fondamentale avec l'évolution des moyens techniques mis en œuvre pour le calcul : ni la distinction entre analogique et numérique, ni celle entre mécanique et électronique, ne spécifient l'ordinateur. Les analyseurs différentiels réalisés dans les années 1930 par Vannevar Bush (1890-1974) au MIT aux États-Unis et Douglas Hartree (1897-1958) à Cambridge en Grande-Bretagne pour la résolution automatique des équations différentielles sont des calculateurs analogiques. Les machines que Konrad Zuse (1910-95) réalise en Allemagne pendant la guerre sont déjà numériques. Quant aux différents "Model" de Georg Stibitz (1904-95), aux premiers "Mark" de Howard H. Aiken (1900-73), à l'ABC de John V. Atanasoff (1903-95) et Clifford Berry (1918-63), jusqu'à l'ENIAC de von Neumann, J. Presper Eckert (1919-95) et John W. Mauchly (1907-80), toutes réalisées aux États-Unis, elles marquent les jalons d'une augmentation considérable de la vitesse et des possibilités de calcul, avec le passage des techniques électromécaniques à l'électronique, mais restent des calculateurs numériques. C'est encore le cas de l'ENIAC ("Electronic Numerator, Integrator, Analyzer and Computer"), même s'il fut construit en secret et utilisé pour la mise au point de la bombe atomique. Le premier ordinateur conçu est l'EDVAC ("Electronic Discrete Variable Computer"), reconnu comme tel grâce au "First Draft of a Report on the EDVAC", signé par von Neumann en juin 1945, et qui spécifie la notion de programme enregistré, et l'architecture séquentielle classique, dite "von Neumann", de la machine. Là encore, c'est son organisation logique qui se trouve privilégiée, avec la caractérisation des organes qui assurent l'automatisme et le caractère séquentiel du calcul : la mémoire, qui permet le stockage des données et des instructions, et le processeur, qui gère l'exécution de la succession des opérations.

Quant à ce qui est qualifié dans les ouvrages de "générations d'ordinateurs", elles concernent les développements techniques, et leur périodisation est très variable. Comme l'a fort bien remarqué Girolamo Ramunni¹², elle diffère selon qu'est plutôt prise en compte la production des prototypes ou celle des séries commerciales. Les recherches initiales n'avaient pas le caractère linéaire de cette caractérisation établie *a posteriori*, et les premières innovations techniques ont plutôt été simultanées que successives. Leur exploitation industrielle s'est ensuite étalée dans le temps selon la logique des choix financiers. Les ordinateurs étant des machines, ni leur conception, ni leur développement ne saurait échapper à l'histoire économique des techniques. Les différentes périodisations retiennent donc les

mêmes grandes phases, relatives à la résolution technique du problème de la mémoire, à la conception du transistor et des semi-conducteurs – qui rend possible la miniaturisation – et à la réalisation subséquente de circuits de plus en plus intégrés.

Une analyse comparative des histoires "classiques" permet donc déjà de moduler leur présentation par une interrogation fondamentale sur les rapports entre cette emprise, dite "universelle" de l'approche calculatoire du raisonnement, ou de l'organisation de la pensée, et la matérialité des machines dont elle est issue.

Le contexte politico-technologique de la naissance de l'informatique aux Etats-Unis

Là encore, l'histoire teintée de légende tend à présenter la naissance de l'ordinateur, c'est-à-dire de l'EDVAC, quasiment comme le fruit d'un hasard : Hermann H. Goldstine (1913-2004) rencontrant von Neumann sur le quai de la gare d'Aberdeen (Maryland) en 1944, l'entretenant des limites de l'ENIAC alors en construction – le hiatus entre vitesse d'exécution des opérations et vitesse d'alimentation de la machine – le tout débouchant sur le "First Draft" de 1945. La réalisation de l'EDVAC attendra cependant 1952, et ce long délai entre conception et réalisation ne provient pas seulement des conflits internes à l'équipe de travail sur le caractère public ou privé de l'invention que constitue la notion de programme enregistré. Cette présentation fait fi des problèmes techniques liés non seulement à la réalisation des machines, mais aux conditions de leur production. Comme l'écrit Maurice V. Wilkes (né en 1913) dans ses Mémoires¹³, la notion de programme enregistré n'a pas été pensée par le seul von Neumann, et ne pouvait être réalisée sans la mise au point d'une mémoire très rapide, dont les ingénieurs Eckert et Mauchly ont conçu et produit les moyens. Les premiers ordinateurs seront d'ailleurs finalement réalisés hors des Etats-Unis avant 1952 : le Manchester Mark I sera achevé en 1948 à l'Université de Manchester, sous la direction de Max H. A. Newman (1897-1984), rejoint par Turing, et l'EDSAC en 1949 à l'Université de Cambridge sous celle de Wilkes ; sans compter les réalisations qui ont lieu en URSS pendant la même période, et dont le récent ouvrage coordonné par Georg Trogeman, Alexander Y. Nitussov et Ernst Wolfgang, *Computing in Russia*, nous offre un vaste panorama¹⁴. A l'Est comme à l'Ouest, la réalisation de ces machines est marquée par un renforcement des relations entre sciences et techniques. Elle a lieu dans des contextes qui, s'ils présentent des différences, sont ensemble marqués par l'existence de nouvelles relations entre l'université, l'industrie et l'armée, relations qui ne sauraient être passées sous silence sans risque de se leurrer sur l'impact global des progrès réalisés.

Pour ce qui est des Etats-Unis, ce n'est pas le projet d'une intelligence artificielle qui nourrit d'abord la recherche, une telle référence n'intervenant qu'en 1956, au séminaire sur la théorie des automates organisé à l'initiative de Claude Shannon (1916-2001) au Collège de Dartmouth à Hanover (New Hampshire). La naissance de l'informatique se produit dans des structures mises en place dès l'entre-deux-guerres pour développer les moyens techniques de lutte contre les puissances de l'Axe, du radar et de l'artillerie anti-aérienne à la bombe atomique. D'étroites collaborations entre scientifiques et ingénieurs existent déjà au sein de la *Moore School of Electrical Engineering*, fondée à l'Université de Pennsylvanie à Philadelphie en 1923 par un élève d'Henry Rowland, dont le travail expérimental avait permis d'asseoir l'électrodynamique, et contribué au développement de la radio. C'est là que l'ENIAC est mis en chantier en 1943, au sein d'un bureau de calcul installé là par le *Ballistic Research Laboratory*, le service de recherche spécialisé de l'armée, installé en 1938 et à Aberdeen (Maryland), afin d'obtenir les tables de tir indispensables depuis que le pointage manuel ne suffit plus à atteindre les avions. Jérôme Segal, dans sa thèse sur l'histoire de la notion scientifique d'information¹⁵, analyse en détail la composition de l'OSDR (*Office of Scientific Research and Development*), qui remplace en 1941 le NDRC (*National Defense Research Committee*), créé par Roosevelt en 1940, avant même l'attaque de Pearl Harbour du 07 décembre 1941, dans le but de fédérer l'ensemble des recherches civiles menées à des fins

militaires, à l'exception de l'aéronautique. Cette structure, au sein de laquelle vont se rencontrer les disciplines sur le plan théorique, mais surtout les hommes issus de milieux socio-professionnels très différents (scientifiques, ingénieurs, industriels, militaires) fédère ces recherches avec celle des grands laboratoires privés comme les *Bell Telephone Laboratories*, le *General Electric Research Laboratory*, *Western Electric*, ou le *Metallurgical Laboratory* de Chicago, qui coordonne les recherches sur les réactions en chaîne. L'OSDR rassemble environ 6 000 scientifiques, répartis dans des sections dont les activités sont à la fois extrêmement parcellisées et dispersées dans les différentes universités du pays. Le *Applied Mathematics Panel* coordonne notamment les recherches en analyse numérique et statistiques, ainsi qu'en théorie des ondes de choc et en recherche opérationnelle. Richard Courant (Université de New York), J. Neyman (Université de Californie), G. Birkhoff (Université de Harvard), Oswald Veblen (*Institute of Advanced Studies*, Princeton) y sont directement impliqués, sans oublier le projet Manhattan entrepris secrètement à Los Alamos en 1942 pour la réalisation de la bombe A, et où travaillent von Neumann et S.M. Ulam (1909-86). Mais les sciences exactes ne sont pas les seules mobilisées dans cet effort de guerre. Un *Applied Psychology Panel* est également créé en 1942 pour favoriser les échanges pluridisciplinaires et former les soldats en vue de l'utilisation des armes nouvelles. Savoir qu'à la fin de la guerre, le MIT est le premier partenaire des forces armées avec près de 120 millions de dollars de contrats, donne une idée de l'énormité des fonds investis dans ces recherches technologiques à des fins militaires.

Ce contexte montre que la naissance de l'ordinateur est loin d'avoir comme horizon principal l'étude comparative des caractéristiques communes entre la machine et la représentation classique de l'esprit. Négliger les enjeux politico-militaires impliqués par le contexte qui vient d'être décrit revient à supposer que les acquis scientifiques ou techniques sont immédiatement et universellement disponibles. Un tel présupposé ignore l'importance des phénomènes de diffusion, ou de confiscation, dans le processus d'appropriation des connaissances. Il paraît d'autant plus discutable qu'au delà de l'effort de commercialisation des ordinateurs entrepris dans les années 1950 dans le monde occidental¹⁶, la Guerre Froide va persister à en inscrire les effets pour plusieurs dizaines d'années dans une perspective conflictuelle, pour laquelle la question n'est pas de réfléchir sur l'autonomie comparée de l'animal et de la machine, mais de développer les mathématiques appliquées dans les domaines liés aux objectifs militaires¹⁷, de s'assurer la maîtrise de vastes systèmes organisés et contrôlés par ces nouveaux mécanismes.

Des développements parallèles en URSS

Les nombreuses querelles de priorité que rencontre l'histoire des sciences témoignent du fait que la situation du questionnement épistémologique à une époque donnée, ainsi que des contextes d'élaboration proches peuvent conduire à des productions scientifiques simultanées et indépendantes. Il est donc d'emblée permis de se demander si les relations privilégiées également entretenues en URSS entre l'Université, l'Industrie et l'Armée, pour des raisons à la fois politiques et idéologiques, ont pu déboucher sur des développements semblables concernant la mécanisation du calcul. *Computing in Russia* vient confirmer cette hypothèse : profitant de l'ouverture récente de nombreuses archives institutionnelles, cet ouvrage collectif, préparé par un groupe d'historiens et de protagonistes de l'informatique soviétique, cherche à en dégager les spécificités, en les articulant à leurs conditions historiques d'élaboration, pour la période 1950-80, qualifiée d'âge d'or de la science du calcul en URSS. Non seulement ce pays n'a pas manqué de grands mathématiciens, depuis Pafnutiy L. Chebychev (1821-94), Nikolay N. Lusin (1883-1950), Andrei A. Markov (1856-1922), jusqu'à A. I. Khinchin (1894-1956) et Andrei N. Kolmogorov (1903-87) mais, depuis la Révolution Soviétique, la recherche scientifique s'y est trouvée intégrée à de grands programmes d'Etat organisant en priorité la production d'énergie et la défense, jusqu'à l'ère nucléaire. Ni les essais nucléaires,

ni la recherche spatiale, ni la Guerre Froide n'auraient été possibles sans la mise en place de systèmes hautement perfectionnés de traitement automatique de l'information. Les besoins en calcul émergent des problèmes de résolution de systèmes complexes d'équations, relatives à la gestion des réseaux d'électrification du pays et, dès 1939, à l'aérodynamique d'armes automatisées. L'Institut d'Ingénierie, et l'Institut Electrotechnique de l'Union, établies en 1922-25 sur directive gouvernementale par Karl A. Krug (1873-1952), joueront un rôle moteur fondamental dans la naissance des ordinateurs en URSS.

Les ingénieurs apparaissent comme acteurs essentiels dans ce développement, du fait de leur formation à la jonction entre théorie et pratique, et de leur implication directe dans les grands programmes de développement. C'est à l'Institut de Recherche sur l'Energie de l'Académie des Sciences d'URSS qu'Isaak S. Bruk (1902-74) met au point un intégrateur mécanique pour la modélisation des réseaux électriques complexes dans les années 1930, avant de devenir le chef de file d'un groupe d'ingénieurs (dont Nikolay Matyukhin, Tamara Alexandridi, Michael Kartsev, Alexander Zalkind) qui va réaliser toute une série d'ordinateurs dans les années 1950 : le M1, achevé le 15 décembre 1951, utilisé au centre de Kurchatov pour les problèmes de physique nucléaire, où l'académicien Sergyei Sobolev dirige les recherches mathématiques ; le M2, réalisé en 1952, qui contribue aux recherches en physique atomique et pour la planification de l'énergie hydraulique ; le M3, produit en 1956-57 pour l'ingénierie des satellites spatiaux et qui va déboucher sur la fabrication en série des ordinateurs MINSK jusqu'en Hongrie et en Chine. Sergei A. Lebedev (1902-74) a été formé à l'Ecole Supérieure Technique de Moscou, et travaille dans le domaine de l'armement automatique depuis 1939, avant de diriger le Laboratoire de Modélisation et d'Ajustement créé à Kiev en Ukraine en 1947, par décision du Présidium de son Académie des Sciences. C'est là que son équipe réalise le premier ordinateur soviétique, lui aussi antérieur à l'EDVAC : la MESM (*Malaia Elektronnaia Schetnaia Machina*, ou petite machine à calculer électronique) fait ses premiers essais¹⁸ le 6 novembre 1950. Elle est utilisée pour résoudre les problèmes mathématiques relatifs à la physique nucléaire, aux missiles balistiques, à l'analyse statistique de qualité, et à la stabilité des lignes électriques à haute tension¹⁹. Lebedev devient alors directeur du département des Ordinateurs à l'Institut de Mécanique de Précision et des Ordinateurs, créé à Moscou en 1950, où sera élaborée la série des machines BESM à partir de 1951 (*Bistrodeistvuiushchaia Elektronnaia Schetnaia Machina*, ou machine à calcul électronique rapide). Le bureau d'étude spécial SKB 245, créé à Moscou en 1953 pour la recherche spatiale, accueille Bachir I. Rameyev (1918-94), Yury Bazilevskiy et Mikhail Shura-Bura. C'est là que sont mis au point le STRELA, qui obtient le prix Staline en 1953, et servira à la modélisation d'une explosion nucléaire en 1956, prélude à sa fabrication en série, ainsi qu'à celle de la série des machines URAL, produites commercialement à partir de 1956. Le M 20 de Lebedev et Shura-Bura, présenté comme un des plus rapides d'Europe, est produit en série à partir de 1958. Réparties sur toute l'étendue de l'URSS – Moscou, Novosibirsk, Penza et Ulyanovsk en Russie, Kiev en Ukraine, Minsk en Biélorussie, Kazan en République Tartare, Erevan en Arménie, Dubna en Hte Volga – les recherches sont coordonnées par les Ministères ou les Académies des Sciences des différentes républiques : celle de Kiev patronne un Institut de l'Energie, celle de Moscou un Institut des problèmes de contrôle, et un Institut d'Automatique et de Télémécanique (1942), le Ministère de l'Instrumentation et de l'Automation un Institut de Précision Mécanique et de l'Ingénierie des Ordinateurs (1948). Rameyev établit les premiers cours d'informatique à l'Institut d'Ingénierie de la Physique de Moscou en 1951, et d'autres cours semblables sont installés par Lebedev à l'Institut de l'Ingénierie de l'Energie de Moscou, avant qu'ils ne le soient dans les Universités.

Les mathématiciens jouent un rôle tout aussi important dans ce développement, non seulement en participant à la recherche spatiale et nucléaire, mais en constituant de véritables écoles, très vite reconnues internationalement, dans le domaine de la théorie de l'information, de la théorie des automates et de celle de la programmation. Dès les années 1940-50, A.J. Chintsin, A.M. Jagom, V.A. Kotel'nikov, M. Lavrentyev, Kolmogorov, S.I. Sobolev et L.V.

Kantorovich (1911-73) établissent les fondements de la théorie de l'information. Dès 1946, M.A. Gavrilov publie *Fondements de la théorie générale des circuits à relais*, puis établit un séminaire à l'Institut d'Automatique et de Contrôle à Distance, qui débouche sur la première école de cybernétique en Russie, traitant de la théorie des algorithmes et des automates finis, à la fois déterminés et stochastiques. Toujours active aujourd'hui, cette école a donné naissance à celles de A.D. Zakrevsky, V.G. Lasarev et V.A. Gorbatov. Avec le séminaire de L. A. Lyusternik, la théorisation de la programmation par Alexei A. Lyapunov (1911-73) et les travaux de Kantorovitch en programmation linéaire et programmation par blocs, l'Institut de Mathématiques de l'Académie des Sciences de Moscou devient un centre de programmation incontournable, indépendant dès 1953, et qui sera dirigé plus tard par M. Shura-Bura²⁰. A la faculté de mathématiques et de mécanique de l'Université d'Etat de Moscou, l'école de O.B. Lupanov et de S.V. Yablonsky traite des problèmes théoriques et pratiques relatifs à la mise en application des modèles logiques.

C'est tout l'intérêt des récents travaux de Slava Gerovitch²¹ de montrer qu'en dépit des violentes polémiques qui ont accompagné la réception de la cybernétique en URSS, dont *Computing in Russia* et Jérôme Segal retracent l'historique, les milieux scientifiques aussi bien que politiques ont toujours soigneusement distingué entre le niveau technique, systématiquement exploré, et le niveau interprétatif, soumis à l'idéologie, et vivement discuté par les tenants d'une orthodoxie plus réductionniste que marxiste, refusant ainsi la cybernétique comme "pseudo-science bourgeoise". La carrière de plusieurs scientifiques pourtant politiquement suspects fournit des indices de ce double discours : fils "d'ennemis du peuple", Rameyev et Matyukhin rencontreront quelques embûches, mais resteront profondément impliqués dans ces recherches militairement sensibles ; Victor M. Glushkov (1923-82), quelque temps inquiet pour avoir passé plusieurs mois de la guerre en zone occupée, deviendra académicien ; et Axel I. Berg (1893-1979), arrêté pour activité contre-révolutionnaire en 1937, sera promu amiral pendant la guerre, vice ministre de la Radio-Electronique de 1953 à 1957, et académicien. Après ces tensions, la cybernétique sera finalement soutenue avec enthousiasme, comme en témoignent la création du Conseil Spécial de la Cybernétique en 1959, dirigée par Berg à Moscou, et du Conseil Complexe sur la Cybernétique, dirigé par Glushkov à Kiev. Analysant ce succès de la cybernétique dans les années 1950, non seulement en URSS qu'en Europe, Jérôme Segal l'attribue à la rencontre entre les idées de Wiener et l'existence d'une réflexion préalable sur les systèmes de régulation, présente dans les grands centres industriels dès avant la seconde Guerre Mondiale. En tant que "science du contrôle objectif du développement des processus", telle que la définit Berg, la cybernétique peut être envisagée comme instrument puissant d'organisation des systèmes, et intéresser tout système de planification, à l'Est, comme l'envisage Kantorovich pour l'économie, et à l'Ouest, comme le suggérait Wiener dès 1948, en se référant à l'étymologie même du terme "cybernétique" comme "art de gouverner".

La construction des ordinateurs participe donc, à l'Est comme à l'Ouest, de l'installation de relations privilégiées entre l'Armée, l'Industrie et le monde scientifique, représenté ici plutôt par les Académies des Sciences des différentes Républiques et les Universités. Avec la Guerre Froide, au programme SAGE aux Etats-Unis, articulé autour du WHIRLWIND, premier ordinateur à travailler en temps réel²², correspond en URSS le système de missiles de défense mis au point à l'Institut d'Ingénierie Automatique de Moscou sous la conduite de Matyukhin et Zalkind dès 1956, et coordonnée par la série des ordinateurs à transistors TETIVA, 5E 63 et 5E 76, au sein du Système de Commande Automatique 65s180. Mais la structure des relations internes à ces systèmes diffère entre les deux blocs.

Enjeux et méthodologie de l'historiographie

Cet "âge d'or" de l'informatique soviétique des années 1950-1970 débouche cependant sur l'adoption, par décision gouvernementale, des standards de la machine IBM 360, et, s'il

n'est pas explicitement formulé, l'un des principaux objectifs des auteurs de *Computing in Russia* semble bien être d'analyser les raisons et le bien-fondé d'un tel bilan et d'une telle décision. Se réclamant d'une "archéologie du savoir" à la Foucault, comme le précise la préface, les différents articles insistent sur les excellentes performances des machines réalisées pendant cette période, sur la diversité des travaux soviétiques en matière d'architecture, et sur leur autonomie en matière de programmation. Ces caractéristiques sont présentées comme une originalité profonde de la recherche scientifique russe envisagée sur le long terme, dans un pays si vaste que les communications font parfois défaut, et conduisent les savants à développer leurs travaux dans l'ignorance de leurs inventions respectives. Cette spécificité du territoire est tout à fait évidente, mais pour ce qui concerne la naissance et le développement de l'informatique, l'exigence de secret imposée par la Guerre Froide et l'insertion des recherches dans des projets militaires n'est-elle pas, dans le cas présent, un facteur beaucoup plus déterminant ? C'est en effet au moment où à l'Ouest, un chercheur comme Von Neumann promeut le caractère public des principes même de ces nouvelles machines, et où des compagnies s'engagent dans un processus de commercialisation à destination des entreprises, puis des particuliers, via la miniaturisation²³, que la réalisation des ordinateurs en Union Soviétique commence à souffrir des conséquences de cette politique du secret, qui débouche sur une incompatibilité des machines et une faiblesse des matériaux électroniques.

Du faisceau d'articles de cet ouvrage se dégage la volonté de dégager le développement scientifique de la responsabilité du retard de l'informatique en URSS par rapport aux Etats-Unis, et de montrer que ce qui est présenté comme un risque d'"abandon" des spécificités de la recherche soviétique en ce domaine n'a pas conduit à un alignement sur la recherche états-unienne. Le retard de l'industrie soviétique en matière d'électronique est attribué à l'absence d'un marché libre, sans que soit analysé plus avant le fait qu'elle était d'abord réglée sur les besoins de l'Armée. Ce qui revient à considérer que la commercialisation des ordinateurs à l'Ouest résulte en quelque sorte "naturellement" de la miniaturisation, alors que Philippe Breton a montré qu'elle avait fait l'objet d'une attitude volontariste élaborée au début des années 1950. Les conséquences de la guerre sur l'URSS ne sont pas véritablement prises en compte, si ce n'est pour souligner toute l'inventivité dont devaient faire preuve les scientifiques pour suppléer à la fréquente déficience du matériel. Epuisée par la guerre, l'URSS a développé ses recherches nucléaires et spatiales au prix d'une concentration considérable de moyens humains, techniques et financiers, avec un soutien puissant du gouvernement, donnant priorité aux institutions de défense.

Les auteurs de *Computing in Russia* tiennent à tout le moins à se démarquer du choix de 1973. Et ce souci éclaire certaines interrogations relatives à la méthodologie de l'ouvrage.

La première vient du fait que, tout en affirmant vouloir offrir une histoire culturelle de l'informatique en Russie, l'ouvrage adopte sans réserve la chronologie des "générations" d'ordinateurs, dont Girolamo Ramunni a si justement dénoncé la linéarité factice, liée à l'aberration d'un regard par trop rétro-historique. Le rôle joué par les institutions n'y apparaît du coup qu'au second plan du tableau des scientifiques impliqués et des principales machines construites. Inattendue, cette méthodologie soutient de fait une revendication systématique de priorité des Russes sur les Occidentaux : priorité de l'idée "d'intelligence artificielle", attribuée à Semen Korsakov dès 1832 parce qu'il envisageait de classer les idées via une machine fonctionnant avec des cartes perforées, priorité de F.B. Bogdanov (1910) sur Wiener pour l'utilisation du terme "cybernétique", priorité de Mikhaïl A. Bonch-Bruévich pour l'invention d'un relai fip-flop en 1916, priorité de l'"Algèbre des circuits linéaires" (1934-37) de V.I. Shestakov et de Kotel'nikov sur les travaux de Shannon, priorité de la théorie des automates de Gavrilov sur la cybernétique de Wiener, priorité de Vadim E. Lashkarev (1903-74) sur W.B. Shockley, W.H. Brattain et J. Bardeen pour le transistor, priorité de Y.G. Kosarev, E.V. Evreinov et D.A. Pospelov pour la programmation en parallèle. La liste est fort longue, jusqu'à celle de Semen Korsakov () quant à l'idée d'une "intelligence artificielle",

parce qu'il envisageait en 1832 de classer les idées via une machine fonctionnant avec des cartes perforées ! En dépit d'une présentation qui s'annonce multiforme, l'accent est mis plutôt sur la personnalisation des inventions que sur l'analyse du fonctionnement des structures de recherche, dont le lecteur doit faire lui-même la synthèse à travers la lecture des différents articles. L'analyse des différences avec l'Occident, tant du point de vue de l'organisation des institutions que des rapports entre sciences et techniques, pourrait être plus féconde que cette logique de compétition.

Comme du côté occidental, cette perspective conduit à présenter l'ordinateur dans la seule lignée de la "machine analytique" de Ch. Babbage (1791-1871), et à considérer, cette fois du côté russe, l'histoire des machines arithmétiques et de la logique. Pourtant, aussi bien Goldstine²⁴, dès 1972, que Paul Edwards en 1997, ou le programme de recherche coordonné par D. Tournès (REHSEIS) sur les "Instruments du calcul savant"²⁵, restituent d'autres jalons de cette histoire : le développement des calculateurs analogiques comme instruments du calcul scientifique, alimenté par la recherche de solutions numériques approchées des équations différentielles, et nourri au XXème siècle par le resserrement des liens entre statistiques, physique nucléaire et astronomie²⁶. La prééminence de cet ancrage du calcul scientifique dans l'ingénierie mécanique aurait permis d'accorder davantage de place à l'étude des analyseurs différentiels et intégrateurs analogiques de Bruk et de Lebedev des années 1930, et de repérer l'ordre des difficultés du passage de l'analogique au digital, tant pour la science que pour l'ingénierie, en suivant sous cet angle l'introduction des différents types de mémoire, puis des circuits intégrés et de la micro-programmation, plutôt que sous l'angle des générations d'ordinateurs. C'est bien en ce sens que les auteurs de *Computing in Russia* ont raison d'affirmer que les recherches qui préparent l'ordinateur ont précédé la guerre, et s'enracinent dans une réflexion technique sur la logique des circuits et des réseaux – initiée par le physicien Paul Ehrenfest (1880-1933) appliquant la logique de Boole aux centraux téléphoniques à Saint Pétersbourg en 1908 – plutôt que sur la "crise des fondements" en mathématiques.

Conclusion

Quoi qu'il en soit, la diversification des sources offre aujourd'hui un point de vue plus complet et plus divers sur l'histoire de l'informatique et de la cybernétique, tout en bousculant la prééminence jusqu'ici accordée aux Etats-Unis dans leur développement. La comparaison des points de vue permet au lecteur d'interroger chacune des analyses à partir de ces regards croisés. Si l'ordinateur bouleverse nos représentations du monde, et du sujet dans ce monde, ce n'est pas seulement par l'autonomie et la puissance de calcul que lui confèrent son organisation systémique et la rupture entre calcul formel et interprétation, caractéristiques sur lesquelles l'histoire classique s'est focalisée. C'est aussi par la réification de certains aspects de la pensée, et par la puissance d'organisation et de contrôle qu'elle confère aux détenteurs de ces machines, que cette histoire du calcul en Russie rend particulièrement sensible, dès lors qu'elle analyse bien davantage les réseaux de machines que les réseaux de neurones. L'ordinateur autorise une concentration et une centralisation effectives des processus d'organisation, auxquelles ne se réduit pas la recombinaison constante de ce qui fait la place du sujet dans le monde : l'interrogation dont celle-ci reste porteuse l'installe comme essentielle à la spécification du sens, humainement et socialement défini au delà de l'apprentissage et de la reproduction automatique de processus.

¹ Jean-Pierre Dupuy, *Aux origines des sciences cognitives*, Paris, La Découverte, 1994. H. Gardner, *Histoire de la révolution cognitive*, Paris, Payot, traduction J.L. Peytavin, 1993. A. Péliissier & A. Tête, *Sciences cognitives, Textes fondateurs (1943-50)*, Paris, PUF., 1995.

² Jean-Louis Lemoigne (éd.), *Intelligence des mécanismes, mécanismes de l'intelligence*, Paris, Fayard, 1986.

-
- ³ Kurt Gödel, "Über formal unentscheidbare Sätze der *Principia Mathematica* und verwandter Systeme", *Monatshefte für Mathematik und Physik*, n° 38, 1931, 173-198. Traduit de l'allemand par J.B. Scherrer dans : Nagel, E., Newmann, J.R., Kurt Gödel, Jean-Yves Girard, *Le théorème de Gödel*, Paris, Seuil, 1989.
- ⁴ Alan Turing, "On Calculable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem", *Proceedings of the London Mathematical Society*, n° 42, 1936, 230-265 ; & *Proceedings of the London Mathematical Society*, n° 43, 1937, 544-546.
- ⁵ Alan Turing, "Computability and Lambda-définability", *Journal of Symbolic Logic*, 2, 1937, 153-63.
- ⁶ Warren S. McCulloch, & Walter Pitts, "A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity", *Bulletin of Mathematical Biophysics*, vol. 5, 1943. Repris dans Warren S. Mc Culloch, *Embodiments of Mind*, Cambridge (Mass.) & London, The MIT Press, 1965.
- ⁷ Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener, & Julian Bigelow, "Behavior, Purpose and Teleology", *Philosophy of Science*. vol. 10. 1943, 18-24. Traduction française "Comportement, Intentionnalité, Téléologie", *Etudes Philosophiques*. n°2. 1961, 147-156.
- ⁸ John Von Neumann, "Zur Hilbertschen Beweistheorie", *Mathematische Zeitschrift*, 26, 1927, 1-46.
- ⁹ Claude Shannon, & John McCarthy, "Automata Studies", *Annals of Mathematical Studies*, Princeton Un. Press, vol. 34, 1956.
- ¹⁰ A. Hodges, *Alan Turing ou l'énigme de l'intelligence*, Paris, Bibliothèque scientifique Payot, 1988 ; Jean Lassègue, 1998, *Turing*, Paris, Belles-Lettres, Coll. Sources du savoir. P.R Masani, *Norbert Wiener 1894-1964*, Birkhäuser Verlag., 1990. Hao G. Wang, *Kurt Gödel*, Paris, Armand Colin, traduit de l'américain par Laura Ovion et Michel Meriaux., 1990. William Aspray, *John von Neumann and the Origins of Modern Computing*, Cambridge (Mass.) & London, The MIT Press, 1990.
- ¹¹ Norbert Wiener, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, *Cybernétique ou Commande et Communication chez l'animal et dans la machine*, New York, J. Wiley & Sons, Camb. Mass., The Technology Press, Actualités scientifiques et industrielles, n° 1053. Paris. Hermann, 1948.
- ¹² Girolamo Ramunni, *La physique du calcul, Histoire de l'ordinateur*, Paris, Hachette, 1989.
- ¹³ Maurice V. Wilkes, *Memoirs of a Computer Pioneer*, Cambridge (Mass.) & London, The MIT Press, 1985. Point de vue confirmé par Girolamo Ramunni, "Renouer avec le calcul : la naissance de l'ordinateur", in (éd.) Marie-José Durand-Richard, *Les mathématiques dans la cité*, Paris, Presses Universitaires de Vincennes, (à paraître 2005).
- ¹⁴ Georg Trogemann, Alexander Y. Nitussov et Ernst Wolfgang, *Computing in Russia. The History of Computer Devices and Information Technology revealed*, Cologne, Vieweg, 2001.
- ¹⁵ Jérôme Segal, *Le Zéro et le Un, Histoire de la notion scientifique d'information au siècle*, Paris, Syllepse, 2004.
- ¹⁶ Philippe Breton, *Une histoire de l'informatique*, Paris, La Découverte, 1987, Seuil, 1990.
- ¹⁷ Roger Godement, "Postface", *Analyse mathématiques II, Calcul différentiel et intégral, séries de Fourier, fonctions holomorphes*, Springer, 1998. Amy Dahan Dalmédico, "L'essor des mathématiques appliquées aux Etats-Unis : l'impact de la seconde guerre mondiale", *Revue d'histoire des mathématiques*, 2, 1996, 149-213.
- ¹⁸ Pierre Vandeginste, "Sergeï A. Lebedev, père de l'ordinateur soviétique", *La Recherche*, n° 375, mai 2004, 44-46.
- ¹⁹ Slava Gerovitch, "'Russian Scandals' : Soviet Readings of American Cybernetics in the Early Years of the Cold War", *The Russian Review*, n° 60, 2001, 545-68.
- ²⁰ Andrei P. Ershov, & Mikhail R. Shura Bura, "The Early Development of Programming in the USSR", in N. Metropolis, J. Howlett, G.C. Ross (eds), *History of Computing in the 20th Century*, New York, Academic Press, 1980.
- ²¹ Slava Gerovitch, "'Mathematical Machines' of the Cold War, Soviet Computing, American Cybernetics and Ideological Disputes in the Early 1950s", *Social Studies of Science*, n° 31/2, avril 2001, 253-288. and *From Newspeak to Cyberspeak : A History of Soviet Cybernetics*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 2002.
- ²² Paul Edwards, *The Closed World, Computers and the Politics of Discourse in Cold War America*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1996.
- ²³ Philippe Breton, op. cit., ch. IV.
- ²⁴ Godstine, Herman H., *The Computer from Pascal to von Neumann*, Princeton, Princeton Un. Press, 1972.
- ²⁵ Dominique Tournès, "Les instruments du calcul savant", *ACI-CNRS Histoire des savoirs*, Paris, 2003-2006.
- ²⁶ Mary Croarken, "Table making by committee : British table makers, 1871-1965", in M. Campbell-Kelly, M. Croarken, R. Flood, & E. Robson, *The History of Mathematical Tables, from Sumer to Spreadsheets*, Oxford, Oxford Un. Press, 2003.